

ICT の品質管理支援システムへの適用

関 原 弦 翼 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たため、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

日	月	火	水	木	金	土	日	祝
16:55 16:50	16:01/25 16:50	11/12/24	16:01/05 16:50	11/12/26	16:01/06 16:50	11/12/27	16:01/07 16:50	11/12/28
16:55 16:50	11/12/22	11/12/23	11/12/24	11/12/25	11/12/26	11/12/27	11/12/28	11/12/29
16:55 16:50	11/12/16	11/12/02	11/12/12	11/12/07	11/12/12	11/12/19	11/12/17	11/12/18
16:55 16:50	11/12/19	11/12/05	11/12/06	11/12/05	11/12/08	11/12/12	11/12/13	11/12/14
16:55 16:50	11/12/20	11/12/21	11/12/22	11/12/23	11/12/24	11/12/25	11/12/26	11/12/27
16:55 16:50	11/12/21	11/12/22	11/12/23	11/12/24	11/12/25	11/12/26	11/12/27	11/12/28
16:55 16:50	11/12/22	11/12/23	11/12/24	11/12/25	11/12/26	11/12/27	11/12/28	11/12/29
16:55 16:50	11/12/23	11/12/24	11/12/25	11/12/26	11/12/27	11/12/28	11/12/29	11/12/30
16:55 16:50	11/12/24	11/12/25	11/12/26	11/12/27	11/12/28	11/12/29	11/12/30	11/12/31
16:55 16:50	11/12/25	11/12/26	11/12/27	11/12/28	11/12/29	11/12/30	11/12/31	11/12/01
16:55 16:50	11/12/26	11/12/27	11/12/28	11/12/29	11/12/30	11/12/31	11/12/01	11/12/02
16:55 16:50	11/12/27	11/12/28	11/12/29	11/12/30	11/12/31	11/12/01	11/12/02	11/12/03
16:55 16:50	11/12/28	11/12/29	11/12/30	11/12/31	11/12/01	11/12/02	11/12/03	11/12/04
16:55 16:50	11/12/29	11/12/30	11/12/31	11/12/01	11/12/02	11/12/03	11/12/04	11/12/05
16:55 16:50	11/12/30	11/12/31	11/12/01	11/12/02	11/12/03	11/12/04	11/12/05	11/12/06
16:55 16:50	11/12/31	11/12/01	11/12/02	11/12/03	11/12/04	11/12/05	11/12/06	11/12/07
16:55 16:50	11/12/01	11/12/02	11/12/03	11/12/04	11/12/05	11/12/06	11/12/07	11/12/08
16:55 16:50	11/12/02	11/12/03	11/12/04	11/12/05	11/12/06	11/12/07	11/12/08	11/12/09
16:55 16:50	11/12/03	11/12/04	11/12/05	11/12/06	11/12/07	11/12/08	11/12/09	11/12/10
16:55 16:50	11/12/04	11/12/05	11/12/06	11/12/07	11/12/08	11/12/09	11/12/10	11/12/11
16:55 16:50	11/12/05	11/12/06	11/12/07	11/12/08	11/12/09	11/12/10	11/12/11	11/12/12
16:55 16:50	11/12/06	11/12/07	11/12/08	11/12/09	11/12/10	11/12/11	11/12/12	11/12/13
16:55 16:50	11/12/07	11/12/08	11/12/09	11/12/10	11/12/11	11/12/12	11/12/13	11/12/14
16:55 16:50	11/12/08	11/12/09	11/12/10	11/12/11	11/12/12	11/12/13	11/12/14	11/12/15
16:55 16:50	11/12/09	11/12/10	11/12/11	11/12/12	11/12/13	11/12/14	11/12/15	11/12/16
16:55 16:50	11/12/10	11/12/11	11/12/12	11/12/13	11/12/14	11/12/15	11/12/16	11/12/17
16:55 16:50	11/12/11	11/12/12	11/12/13	11/12/14	11/12/15	11/12/16	11/12/17	11/12/18
16:55 16:50	11/12/12	11/12/13	11/12/14	11/12/15	11/12/16	11/12/17	11/12/18	11/12/19
16:55 16:50	11/12/13	11/12/14	11/12/15	11/12/16	11/12/17	11/12/18	11/12/19	11/12/20
16:55 16:50	11/12/14	11/12/15	11/12/16	11/12/17	11/12/18	11/12/19	11/12/20	11/12/21
16:55 16:50	11/12/15	11/12/16	11/12/17	11/12/18	11/12/19	11/12/20	11/12/21	11/12/22
16:55 16:50	11/12/16	11/12/17	11/12/18	11/12/19	11/12/20	11/12/21	11/12/22	11/12/23
16:55 16:50	11/12/17	11/12/18	11/12/19	11/12/20	11/12/21	11/12/22	11/12/23	11/12/24

図1 リフトスケジュール画面

ブロック情報		打設予定		打設量	
ブロックNo	配合区分	予定打設日	実打設日	予定打設量(m3)	実打設量(m3)
1	A	2011/6/31			
2	B			9750	
3	C			12150	
4	M			250	
フレッシュコンクリート試験		実験			
試験結果No.	配合区分	試験体管理番号	実験外気温(℃)	試験体管理番号	空気温(℃)
4007	A	4007-1	18.6	63	2.7
4008	C	4008-1	18.9	2058	3.1
4009	C	4009-1	19.0	2059	3.1
圧縮強度試験		圧縮強度			
試験結果No.	試験体管理番号	σ7-1 (N/mm²)	σ7-2 (N/mm²)	σ7-3 (N/mm²)	σ7-平均 (N/mm²)
4007	4007-1	19.5	13.6	14.0	13.8
4008	4008-1	14.9	13.4	14.5	14.1
4009	4009-1	15.1	15.0	15.7	15.5
ファイル管理		関連ファイル			
		M4-1 M4-2 M4-3 M4-4 M4-5 M4-6 M4-7 M4-8 M4-9 M4-10 M4-11 M4-12 M4-13 M4-14 M4-15 M4-16 M4-17 M4-18 M4-19 M4-20 M4-21 M4-22 M4-23 M4-24 M4-25 M4-26 M4-27 M4-28 M4-29 M4-30 M4-31 M4-32 M4-33 M4-34 M4-35 M4-36 M4-37 M4-38 M4-39 M4-40 M4-41 M4-42 M4-43 M4-44 M4-45 M4-46 M4-47 M4-48 M4-49 M4-50 M4-51 M4-52 M4-53 M4-54 M4-55 M4-56 M4-57 M4-58 M4-59 M4-60 M4-61 M4-62 M4-63 M4-64 M4-65 M4-66 M4-67 M4-68 M4-69 M4-70 M4-71 M4-72 M4-73 M4-74 M4-75 M4-76 M4-77 M4-78 M4-79 M4-80 M4-81 M4-82 M4-83 M4-84 M4-85 M4-86 M4-87 M4-88 M4-89 M4-90 M4-91 M4-92 M4-93 M4-94 M4-95 M4-96 M4-97 M4-98 M4-99 M4-100 M4-101 M4-102 M4-103 M4-104 M4-105 M4-106 M4-107 M4-108 M4-109 M4-110 M4-111 M4-112 M4-113 M4-114 M4-115 M4-116 M4-117 M4-118 M4-119 M4-120 M4-121 M4-122 M4-123 M4-124 M4-125 M4-126 M4-127 M4-128 M4-129 M4-130 M4-131 M4-132 M4-133 M4-134 M4-135 M4-136 M4-137 M4-138 M4-139 M4-140 M4-141 M4-142 M4-143 M4-144 M4-145 M4-146 M4-147 M4-148 M4-149 M4-150 M4-151 M4-152 M4-153 M4-154 M4-155 M4-156 M4-157 M4-158 M4-159 M4-160 M4-161 M4-162 M4-163 M4-164 M4-165 M4-166 M4-167 M4-168 M4-169 M4-170 M4-171 M4-172 M4-173 M4-174 M4-175 M4-176 M4-177 M4-178 M4-179 M4-180 M4-181 M4-182 M4-183 M4-184 M4-185 M4-186 M4-187 M4-188 M4-189 M4-190 M4-191 M4-192 M4-193 M4-194 M4-195 M4-196 M4-197 M4-198 M4-199 M4-200 M4-201 M4-202 M4-203 M4-204 M4-205 M4-206 M4-207 M4-208 M4-209 M4-210 M4-211 M4-212 M4-213 M4-214 M4-215 M4-216 M4-217 M4-218 M4-219 M4-220 M4-221 M4-222 M4-223 M4-224 M4-225 M4-226 M4-227 M4-228 M4-229 M4-230 M4-231 M4-232 M4-233 M4-234 M4-235 M4-236 M4-237 M4-238 M4-239 M4-240 M4-241 M4-242 M4-243 M4-244 M4-245 M4-246 M4-247 M4-248 M4-249 M4-250 M4-251 M4-252 M4-253 M4-254 M4-255 M4-256 M4-257 M4-258 M4-259 M4-260 M4-261 M4-262 M4-263 M4-264 M4-265 M4-266 M4-267 M4-268 M4-269 M4-270 M4-271 M4-272 M4-273 M4-274 M4-275 M4-276 M4-277 M4-278 M4-279 M4-280 M4-281 M4-282 M4-283 M4-284 M4-285 M4-286 M4-287 M4-288 M4-289 M4-290 M4-291 M4-292 M4-293 M4-294 M4-295 M4-296 M4-297 M4-298 M4-299 M4-300 M4-301 M4-302 M4-303 M4-304 M4-305 M4-306 M4-307 M4-308 M4-309 M4-310 M4-311 M4-312 M4-313 M4-314 M4-315 M4-316 M4-317 M4-318 M4-319 M4-320 M4-321 M4-322 M4-323 M4-324 M4-325 M4-326 M4-327 M4-328 M4-329 M4-330 M4-331 M4-332 M4-333 M4-334 M4-335 M4-336 M4-337 M4-338 M4-339 M4-340 M4-341 M4-342 M4-343 M4-344 M4-345 M4-346 M4-347 M4-348 M4-349 M4-350 M4-351 M4-352 M4-353 M4-354 M4-355 M4-356 M4-357 M4-358 M4-359 M4-360 M4-361 M4-362 M4-363 M4-364 M4-365 M4-366 M4-367 M4-368 M4-369 M4-370 M4-371 M4-372 M4-373 M4-374 M4-375 M4-376 M4-377 M4-378 M4-379 M4-380 M4-381 M4-382 M4-383 M4-384 M4-385 M4-386 M4-387 M4-388 M4-389 M4-390 M4-391 M4-392 M4-393 M4-394 M4-395 M4-396 M4-397 M4-398 M4-399 M4-400 M4-401 M4-402 M4-403 M4-404 M4-405 M4-406 M4-407 M4-408 M4-409 M4-410 M4-411 M4-412 M4-413 M4-414 M4-415 M4-416 M4-417 M4-418 M4-419 M4-420 M4-421 M4-422 M4-423 M4-424 M4-425 M4-426 M4-427 M4-428 M4-429 M4-430 M4-431 M4-432 M4-433 M4-434 M4-435 M4-436 M4-437 M4-438 M4-439 M4-440 M4-441 M4-442 M4-443 M4-444 M4-445 M4-446 M4-447 M4-448 M4-449 M4-450 M4-451 M4-452 M4-453 M4-454 M4-455 M4-456 M4-457 M4-458 M4-459 M4-460 M4-461 M4-462 M4-463 M4-464 M4-465 M4-466 M4-467 M4-468 M4-469 M4-470 M4-471 M4-472 M4-473 M4-474 M4-475 M4-476 M4-477 M4-478 M4-479 M4-480 M4-481 M4-482 M4-483 M4-484 M4-485 M4-486 M4-487 M4-488 M4-489 M4-490 M4-491 M4-492 M4-493 M4-494 M4-495 M4-496 M4-497 M4-498 M4-499 M4-500 M4-501 M4-502 M4-503 M4-504 M4-505 M4-506 M4-507 M4-508 M4-509 M4-510 M4-511 M4-512 M4-513 M4-514 M4-515 M4-516 M4-517 M4-518 M4-519 M4-520 M4-521 M4-522 M4-523 M4-524 M4-525 M4-526 M4-527 M4-528 M4-529 M4-530 M4-531 M4-532 M4-533 M4-534 M4-535 M4-536 M4-537 M4-538 M4-539 			

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き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。

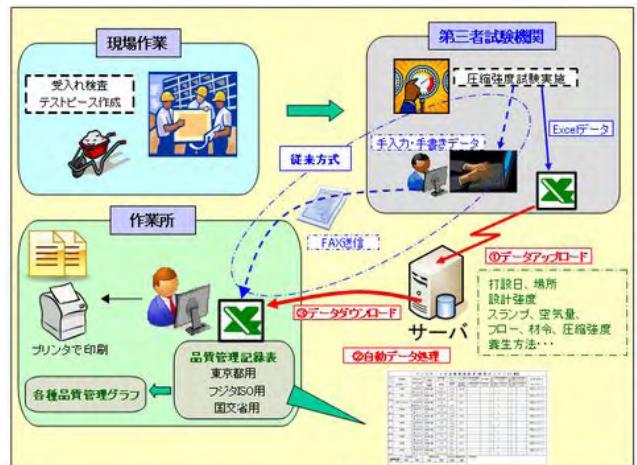


図 3 強度管理版イメージ図

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、調合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。

しかし調合計画は現場によっては数十件になる場合も珍しくなく、この時点での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こと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。

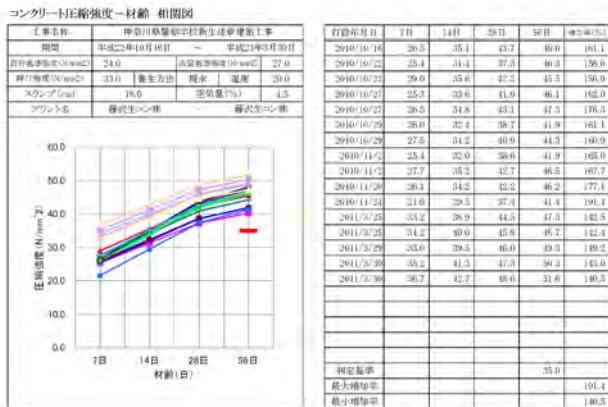


図4 圧縮強度-材齢相関図

§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合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な要素となる。

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)。

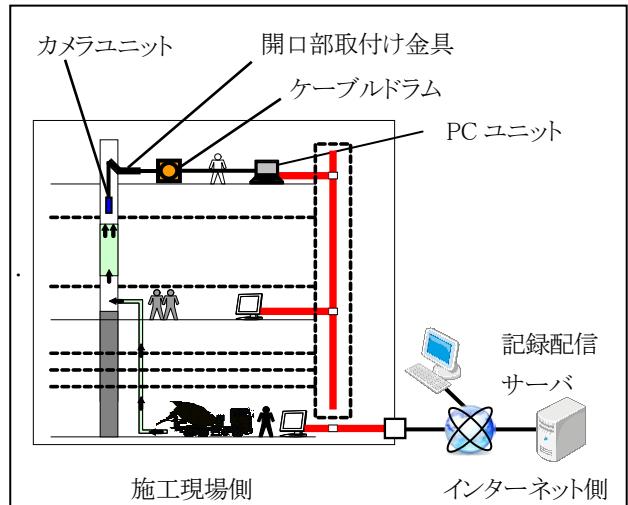


図5 システム構成

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)

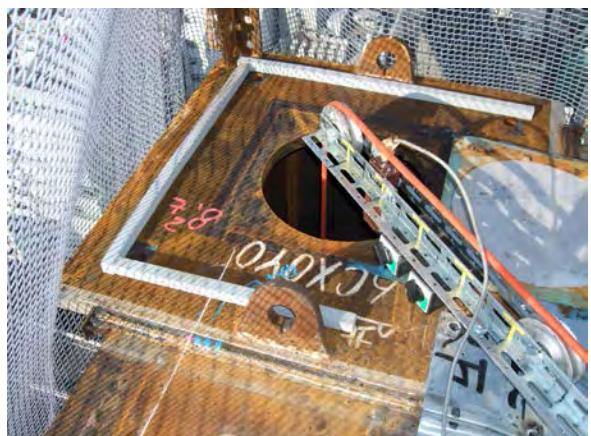


写真2 従来ユニットの最上階吊り下げ状況



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なった。(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。

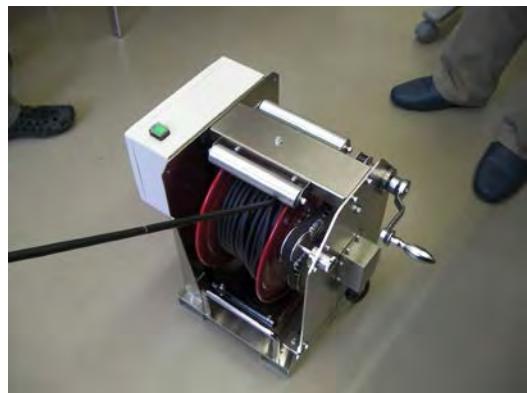


写真 7 ケーブルドラム

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画面で表示し、ポンプ車オペレータが状況を直感的に判断することで、打設速度の調整を可能としている。(図6)

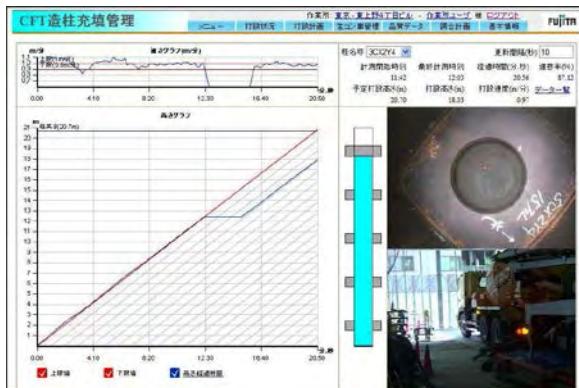


図6 計測表示画面

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でしたが、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。

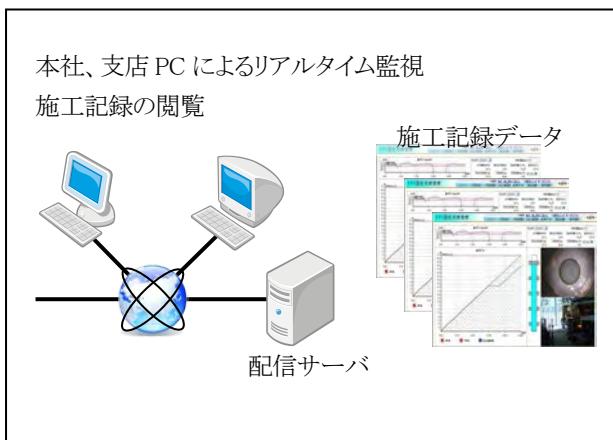


図7 配信サーバ機能

§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



関原 弦

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。