

CMI 報告

建設工事への 情報通信技術の活用による 監督・検査の合理化

柴藤 勝也・伊藤 文夫

ション推進大綱（2007年5月）」に社会資本整備・管理へのICT導入の方向性を示し、また「情報化施工推進戦略（2008年7月）」に情報化施工の具体的な普及方策を発表した。

施工現場では、特に河川土工、道路土工、舗装工事にICTの導入が増えており、施工管理要領等が整備されるのに伴い出来形管理等の監督・検査要領が策定されつつある。また、ダム建設工事では、これまでは受注者が確実な施工管理を目的として情報化施工を導入する事例が多かったが、近年、発注者が施工監理データを工事の監督・検査に活用することを目的としてICTを導入する事例が増えてきている。

本報は、主にダム建設工事で導入されたICTの事例を挙げ、監督・検査への活用方法を考察するとともに、更なる活用のための課題と対策案を述べる。

1. はじめに

近年、わたくし達の暮らしの中で様々な情報通信技術（以下、ICT：Information & Communication Technology）の利用が進み、生活がより便利なものとなってきているが、建設分野においてもICT導入の取組みを本格化するべく、国土交通省では「国土交通分野イノベー

2. ダム建設工事でのICT施工の事例

ダムの建設工事におけるICT施工の事例一覧を、表一に示す。これらの事例は、受注者が確実な施工管理を目的として導入したものがほとんどであるが、施工機械の稼働状況を記録できるもの（例えば③～⑦）については、施工方法が施工計画書と合致しているか

表一 ダム本体工でのICT導入事例

工種等	導入ICT	システム概要
①施工計画	三次元CAD ¹⁾	三次元マシンガイダンス等を使用する場合に、岩盤の設計掘削線や盛立材の設計敷均し高さ等の三次元施工データを作成し、施工指示内容とする
②原石山掘削	掘削管理	原石山の地質分布の三次元モデルを作成し、骨材の所要量を確保しつつ総掘削量を最小化するための掘削シミュレーションを行う
③骨材運搬	ダンプ運行管理 ²⁾	購入骨材の運搬においてダンプ毎に積荷の分級骨材種類を自動認識することで、異なる分級骨材の混入を防止する
④盛立材運搬	ダンプ運行管理 ¹⁾	盛立材の運搬においてダンプ毎に走行位置情報を取得・記録し、運搬ミスを防止したり、リアルタイムに運搬量を自動集計する
⑤基礎掘削	三次元マシンガイダンス ³⁾	岩盤掘削において設計掘削線をモニターで確認し、丁張なしで掘削作業を行う
⑥盛立・打設（敷均し）	三次元マシンガイダンス ⁴⁾ 三次元マシンコントロール ³⁾	盛立材の所定の敷均し標高をモニターで確認したり、排土板高さを自動制御することにより、丁張なしで敷均し作業を行う
⑦盛立・打設（転圧）	締固め管理 ¹⁾	振動ローラの走行位置をキャビンに設置したモニターで確認することで、所定の転圧回数を確実に確保し、転圧結果を記録する
	仕上り厚管理 ⁴⁾	上記の締固め管理で得られる振動ローラの走行標高を利用して、盛立や打設の層厚を算出する
⑧出来形測量等	三次元測量 ¹⁾	RTK-GNSS測量技術を用いて、携帯端末とGNSSアンテナを携帯することで、1名で出来形測量や丁張り設置測量を行う
⑨埋設計器	無線型埋設計器 ³⁾	長期間の観測が不要な埋設計器を無線式とすることで、従来の有線型埋設計器におけるデメリット（ケーブル敷設に伴う施工効率の低下、ケーブルに起因する観測に対する障害発生等）を解消する
⑩安全管理	重機接触防止 ⁵⁾	作業員のヘルメットに装着したICタグと重機に設置したアンテナ、レシーバ、警報機により、作業員が重機に接近するとICタグから発信された信号により重機の警報機が作動し、オペレータに通知する
⑪維持管理	ダム施工情報データベース ⁶⁾	パソコン上に三次元モデル等で表示するダム堤体や基礎岩盤について、各位置に関係する図面や施工時の情報を入力しておくことで、必要な情報を迅速に収集し、問題発生に対して迅速に対応する

どうか等の、発注者の監督・検査にも利用することが可能となる。

3. 情報化施工に対応した監督・検査

(1) 従来の監督・検査

工事発注者による、施工に関する監督・検査は、従来は一般的に表一2に示すような方法で行われている。このような場合、監督職員は施工状況を全て目視によって確認するため、多大な労力と時間を要することになる。また、確認した内容も記録として残らないため、検査の段階で施工状況についての検証が必要になったとしても、客観的な検証は困難となる可能性が大きい。

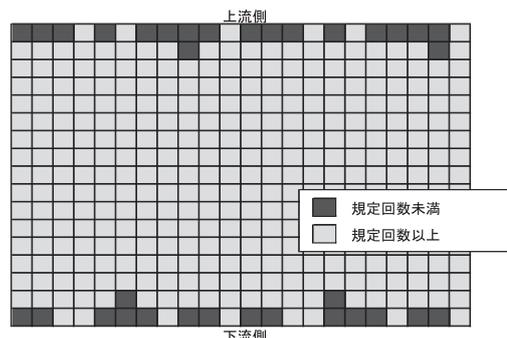
表一2 施工に関する監督・検査の従来方法⁷⁾

	実施内容	実施方法
監督	段階確認	・ 工事の重要箇所や完成時の不可視箇所について臨場または机上により確認（受注者の立会あり）
	施工状況把握	・ 不適合に対する是正の指示を目的として、主要工種について 施工状況を適宜臨場等により把握・記録 （監督職員単独で実施）
検査	出来形検査	・ 資料に基づき管理基準に定められる測定項目、測定頻度、規格値を満足することを確認し、出来形寸法のばらつきを把握 ・ 出来形寸法を検測し、不可視箇所は段階確認資料等で検査
	品質検査	・ 資料に基づき管理基準に定められる試験項目、試験頻度、規格値を満足することを確認し、品質のばらつきを把握 ・ 現地や施工状況写真等の観察により均等に施工されたかどうかを判断

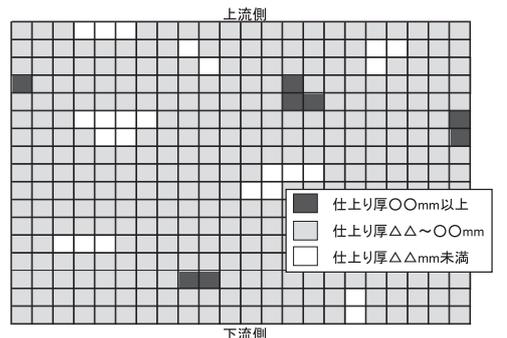
(2) ICT を活用した監督・検査

情報化施工による施工機械の稼働状況データに基づいて、所定の方法で施工されているかどうかを確認することができる。ICT 取得データによる施工状況の出力例を、図一1、2に示す。

図一1に示す締固め回数分布の出力は、施工機械に搭乗するオペレータが施工中に確認できるため、締固め施工範囲の全てにおいて所定の締固め回数が確保されることになる。これを発注者の監督職員が確認することができれば、常に臨場で施工状況を把握する必要はなく、他工種の段階確認や、施工不良が起こる可能性がある箇所（人力施工とせざるを得ない箇所）の監視に時間を割くことができ、監督業務を効率的に行うことが可能となる。

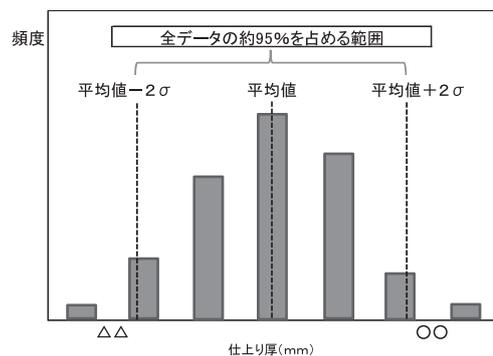


図一1 締固め回数分布図の例



図一2 仕上り厚分布図の例

発注者の監督・検査においては、所定の施工ができているかどうかに加えて、表一2に示されるように、「出来形・品質のばらつき具合」や「均等に施工されたかどうか」が重要な着目点となっている。したがって、施工状況の結果に加えて、図一3に示すような「ばらつき具合」を評価するための出力も必要となる。これにより、現状の検査での「現地や施工状況写真等の観察」よりも、より定量的に施工の均質性を評価できることとなる。



図一3 仕上り厚のヒストグラムの例

(3) 新たな監督・検査の提案

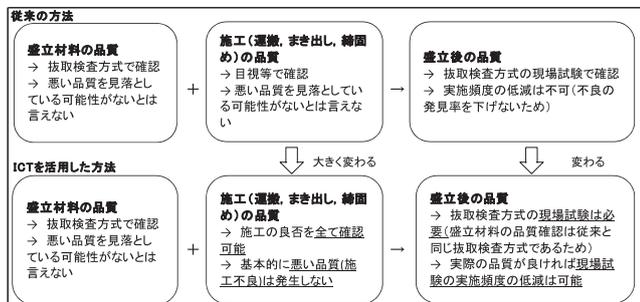
このように、ICT で得られるデータを利用すれば、監督・検査をより合理的に実施することができると考えられる。情報化施工に対応した新たな監督・検査のあり方の一案を、表一3に示す。

表一3に示すような監督・検査を行う場合、従来

では施工状況を常時監視していたのに対し、重要箇所を主としたスポット監視で十分となり、監視に係わる負担を低減できる。また、情報化施工が行われている工種の品質試験の結果についてばらつきが極めて小さく、規格値を十分に満足するならば、その試験の実施頻度を低減することも可能と考えられる（図—4）。

表—3 新たな監督・検査のあり方（案）

	受注者	監督・検査	備考
施工時	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 施工 (ICTによる) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 施工結果の帳票出力 (電子データ) およびばらつきの分析 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 常時の臨場による施工状況把握を省略 重要箇所を中心としたスポット監視 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 帳票およびばらつきの分析結果の確認 </div>	現場監視の省力化・効率化の効果 現場密度試験等のばらつきが小さく、規格値を外れる確率が極めて小さい場合は、試験の実施頻度の低減を検討
検査時	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 各種資料の提示 (ICT施工で得られたデータ等) </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> ばらつきや施工の均質性についてより定量的な確認 </div>	従来よりも定量的な評価が可能



図—4 品質試験の考え方（土質材料の盛立の場合）

(4) 新たな監督・検査の課題と対策案

新たな監督・検査を実施するにあたっては、以下に示す課題と対策案が考えられる。

監督職員は、施工に不適合があれば迅速に是正を指示しなければならないため、施工状況を帳票で事後確認するだけでなく、リアルタイムで確認できることが望ましい。このため、携帯端末等で施工状況をいつでも確認できるようなシステムを構築することが考えられる。

ICTを活用することにより、これまで容易には確認できなかった施工状況（仕上り厚等）を可視化したり、記録できることになるが、その規格値（許容される施工誤差）については、現行の規格値の決定経緯や、今後のICTの開発状況を考えると、一律に決定する

のは困難と考えられる。現状では、試験施工等で本施工と同じ仕様で施工を行い、得られたばらつき等に基づき、適切な許容誤差を定めることが肝要と思われる。

受注者の提案で導入された情報化施工で取得されたデータは、基本的には受注者のシステムを通じて得られるものであり、データ改ざんの可能性を否定できない。そこで、受注者が使用するシステムとは別システムのシステムによって抜き打ち的に施工状況を確認・記録し、受注者から提出されるデータを照査することも一案と考える。

4. おわりに

ダム建設のような大規模工事では、監督・検査に要する労力も大きいことから、ICT化による省力化等のメリットは大きいものと考えられる。

情報化施工で得られるデータを活用した監督・検査を推進していくには、その運用のルールとなる施工管理要領や監督・検査要領の策定が不可欠であり、国土交通省では各種の要領策定に取り組んでいるところである。当研究所としても、施工現場へのより効果的・効率的なICT導入とこれらを活用した監督・検査のあり方について、研究を進めていきたいと考えている。

JCMA

【参考文献】

- 1) 田代幸英ほか：全面遮水壁型調整池におけるITを用いた施工及び工事管理，電力土木，No.309，pp.107～111，2004.1
- 2) 深光良治ほか：ICタグを用いた骨材混入防止・運行管理システムについて，土木建設技術シンポジウム2007論文集，pp.199～204，2007.8
- 3) 菅原俊幸ほか：ITを活用した胆沢ダムの合理化施工，土と基礎，Vol.56，No.1，pp.8～11，2008.1
- 4) 日下雅史ほか：殿ダム本体工事における情報化施工技術の導入，平成22年度国土交通省国土技術研究会，イノベーション部門
- 5) 岡山誠ほか：ITを活用したロックフィルダムの施工・品質管理の合理化，第11回建設ロボットシンポジウム論文集，pp.197～204，2008.9
- 6) 使って実感“三次元”の効用，日経コンストラクション，pp.64～77，2008.6.27
- 7) 国土交通省全国工事監視官等会議：公共事業の品質確保のための監督・検査・成績評定の手引き，pp.56～57，pp.105，2008.3

【筆者紹介】



柴藤 勝也 (しばとう かつや)
 (株)日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第三部
 技術課長



伊藤 文夫 (いとう ふみお)
 (株)日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第三部
 部長