

ICカードを用いたコンクリートの品質管理システムの開発

西脇 敬一¹・唐沢 智之²・川又 篤³・松岡 茂³

¹正会員 鉄建建設株式会社 エンジニアリング本部 研究開発部 (〒286-0825 千葉県成田市新泉9-1)

²鉄建建設株式会社 エンジニアリング本部 研究開発部 (〒286-0825 千葉県成田市新泉9-1)

³正会員 博士(工学) 鉄建建設株式会社 エンジニアリング本部 研究開発部 (〒286-0825 千葉県成田市新泉9-1)

コンクリートの品質の確保や向上には、様々な対策が考えられるが、コンクリート打設時において適切な品質管理を行うことが最も重要と思われる。しかし、打設時の品質管理は、少数の担当者によって行われている場合が多く、また、最近は単位水量試験などの品質検査の種類や頻度が増加する傾向にあり、非常に複雑となっている。

そこで、コンクリートの品質を確保するための品質管理技術を確立することを目的として、ICカードを用いたコンクリートの品質管理システムの開発を行った。本稿は、この品質管理システムの概要について報告するものである。

キーワード：ICカード、品質管理、レディーミクストコンクリート

1. はじめに

近年、建設工事においてコンクリートの品質保証を構築することの重要性が高まり、土木学会や日本コンクリート工学協会等の機関から、コンクリートの品質保証システムの提案が行われてきた¹⁾²⁾。また、最近では、総合評価落札方式における技術課題として、コンクリートの品質を確保あるいは向上させる技術が多くの案件で求められており、コンクリートの品質に関する関心が高まっている。

一般にコンクリート構造物は、設計、施工計画、製造、施工という工程で構築される。中でも施工は、構造物におけるコンクリートの最終的な品質を左右するため、品質を確保する上で重要な工程といえる。通常、施工は、運搬、打込み、締固め、仕上げおよび養生の工程で進められ、コンクリートの品質を確保するには、各工程で適切な品質管理を行うことが最も重要と考えられる。

土木学会コンクリート標準示方書施工編³⁾(以下：土木学会示方書と称す)において、品質管理は、使用目的に合致したコンクリート構造物を経済的に創るために、工事のあらゆる段階で行う品質確保のための効果的で組織的な技術活動と定義されている。また、施工者は、自主的な活動として、その効果が期待できる方法を用いて管理を行わなければならないと記されている。しかし、最近では、単位水量試験

や特殊コンクリートの適用などにより、品質検査の種類や頻度が増加する傾向にあり、打設時のコンクリートの品質管理は、非常に複雑となっている。

そこで、施工者として、コンクリートの品質を確保するための管理技術の確立を目的として、ICカードを用いた品質管理システムの開発を行った。本稿は、本システムの概要について報告するものである。

2. コンクリートの品質管理の現状

(1) レディーミクストコンクリートの品質管理

レディーミクストコンクリートの受入れは、納入されたコンクリートを可能な限り短時間で検査して、荷卸しを行うことが重要である。

通常、レディーミクストコンクリートの受入れ検査は、品質管理の担当者が、生コン車1台毎に発行される納入書により、「レディーミクストコンクリートの種類」、「納入容積」、「生コン工場の出発時刻」、および「運搬時間」等を確認することで行っている。また、所定の時期および頻度で、品質検査としてスランプ試験や空気量試験等を実施して、品質を判定している。しかし、最近では、単位水量試験など品質検査の種類や頻度が増加する傾向にあり、非常に複雑で人為的なミスが生じやすいものとなっている。

また、土木学会示方書では、配合検査として、単位水量と単位セメント量(単位結合材量)を、また、この単位水量と単位セメント量(単位結合材量)から、水セメント比(水結合材比)を検査することが重要であると記されている。これらの量は、バッチ毎の計量値と骨材の表面水率から計算により求めて検査することを標準としている。しかし、生コン工場の中には計量印字記録装置が設置されていない工場や、リアルタイムで計量印字記録を出力できない工場もあるため、全ての打設現場で計量印字記録による配合検査をリアルタイムで行うことは難しいのが実状といえる。また、リアルタイムで計量印字記録が得られても、実際に納入されたコンクリートの単位水量や水セメント比が許容の範囲内であるかを荷卸し時に瞬時に検査することは容易でないと思われる。

(2) 施工における品質管理(施工管理)

コンクリートの品質は、練混ぜから打込み完了までの時間によって大きな影響を受ける。このため、打設時の品質管理では、許容の時間内に打込みを完了することと、連続して打ち込むことが重要であり、時間に関する管理を確実に行う必要がある。

一般に打設時の時間に関する品質管理は、担当者が生コン車毎に「到着時刻」、「荷卸し開始時刻」および「荷卸し完了時刻」等を記録することで行っている。例えば、この記録により運搬時間が長くなっている場合や現場での待機時間が長くなっていることが確認された場合は、生コンの発注等の調整を行い、連続した打込みを行うように管理している。しかし、打設数量が多い場合や生コン工場が現場から遠方の場合などは、その管理が非常に複雑となる。

3. ICカードを用いた品質管理システム

(1) 概要

前述のように、打設時の品質管理は、コンクリートの品質を確保するために非常に重要な活動であるが、現状は非常に複雑で人為的なミスも生じやすいと考えられる。そこで、コンクリートの品質を確保するための品質管理技術を確立すること、また、品質管理における人為的なミスの発生を抑制を目的にICカードを用いた品質管理システムの構築を行った。

本システムは、生コン工場および打設現場に管理用ソフトがインストールされたパソコンを設置して、ICカードを用いて各種データを入出力することで、生コン受入れ時や打設時における時間に関する品質

管理を、生コン車全車に対してリアルタイムで行うものである。

システムで使用するハード機器は、写真-1に示すようにICカード、カードリーダー・ライターおよびパソコンの3つであり、通信設備等を必要としないため、山間部など、どのような場所でも設置が可能という特徴を有している。

(2) データの入出力

データの入出力は、生コン車の運転者がICカードを特定の工程でカードリーダー・ライターにタッチすることのみで行い、キーボード等で手入力する作業を必要としない。また、タッチ作業は、写真-2と写真-3に示すようにICカードをカードリーダー・ライターにかざすのみで、誰でも簡単に行うことが可能である。タッチ時には、パソコンに確認画面が表示され、さらに確認音声が発信されることで、確実にデータの入出力が行えるようになっている。

データの入出力の概要図を図-1に示す。ICカードによるデータの入出力は、以下の工程時である。

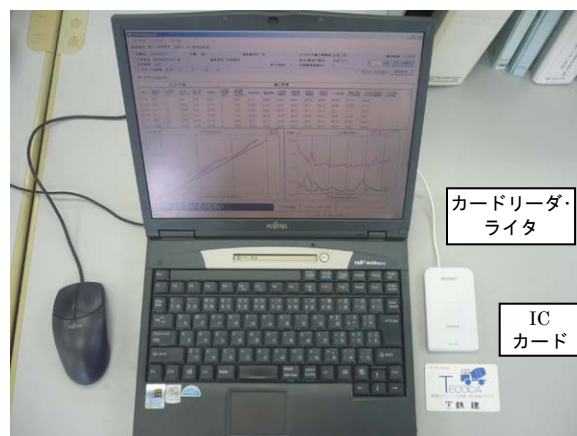


写真-1 使用するハード機器

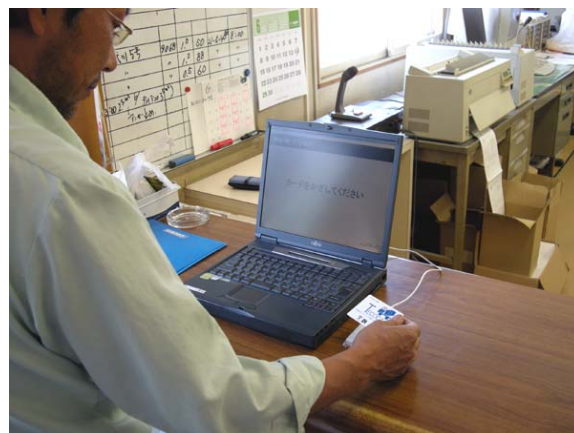


写真-2 生コン工場でのICカードへのデータの取込み状況

- 1 回目タッチ：生コン工場の出発時
- 2 回目タッチ：打設現場への到着時
- 3 回目タッチ：荷卸し開始時
- 4 回目タッチ：荷卸し完了時

1 回目のタッチでは、生コン工場の出荷管理を行っているパソコンから「工場の出発時刻」、「レディーミクストコンクリートの種類」、「納入容積」、「各材料の計量値」等のデータを I C カードに取り込む。2 回目のタッチは、打設現場に到着した時に行い、「到着時刻」を I C カードに取り込む。3 回目のタッチは、荷卸し開始時に行い、1 回目と 2 回目で I C カードに取り込まれたデータと「荷卸し開始時刻」を打設現場に設置したパソコン（以下：管理用 P C と称す）に書き込む。最後に 4 回目のタッチを行い、「荷卸し完了時刻」を管理用 P C に書き込む。以上で生コン車 1 台の全てのデータの入出力が完了となり、これを生コン車全車に対して実施する。

(3) 品質管理

a) システムにおける打設前の準備

打設前の事前準備として、図-2 に示すように管理用 P C のソフト内に、「打設場所」、「レディーミクストコンクリートの種類」、「打設計画（打設時間と打



写真-3 打設現場での I C カードからパソコンへのデータの書き込み状況

基本データ		打設場所データ	
工事件名	研修施設新設工事	打設場所	基礎
請負会社	鉄建建設	ポンプ車 No.	1
生コン製造工場名	佐倉SOC	打設総量時間	1.8 h
コンクリート施工管理者(現場立会者)	鉄建次郎	レディーミクストコンクリートの種類データ	
		種類による記号	普通
		呼び強度	27
		スランプフロー	18
		粗骨材の最大寸法	20
		セメントの種類	N

コンクリートの配合データ											
単位量 (kg/m³)	空気量 A00	粗骨材1 G1	粗骨材2 G2	粗骨材3 G3	粗骨材4 G4	細骨材1 S1	細骨材2 S2	細骨材3 S3	セメント C1	水和材2 C2	水和材3 C3
重量	45			477	483	567		254	329		
系統密度				2.65	2.70	2.6		2.7	3.15		
容積	45.0			180	178.9	218.1		94.1	104.4		

図-2 事前入力データの一例

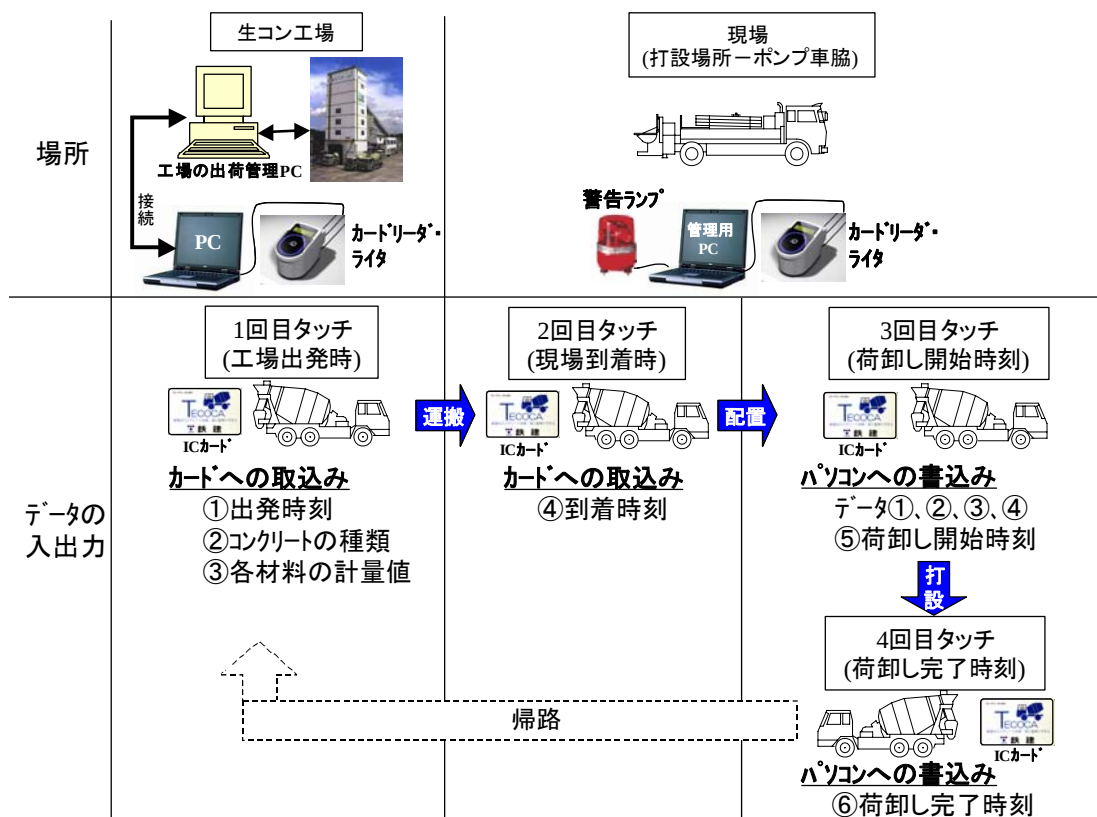


図-1 データの入出力の概要図

設量の関係)」および「コンクリートの計画配合（単位量）」等のデータを入力する。

練混ぜから打込み完了までの時間は、コンクリートの品質に大きな影響を及ぼすため、許容時間内に打込みを完了することが重要である。そこで、本システムでは、事前に「打設限度時間」の設定を行うこととしている。この打設限度時間は、練混ぜから打込み完了までの許容時間から、圧送と打込みに要する時間を差し引いた時間と定義し、この限度時間内に荷卸しを完了するように管理を行うものである。

b) コンクリートの品質管理

管理用PCでの品質管理画面の一例を図-3に示す。

材料としてのコンクリートの品質管理は、打設現場で荷卸しを開始する3回目のタッチを行った際に、ICカードに記録されたデータを管理用PCに書き込み、瞬時に計画と納入されたコンクリートの種類（例えば：普通-27-18-20-N）が照合される。ここで、これらの種類が異なった場合は、図-4に示すように画面上に警告が表示され、併せて警告ランプが点灯する。

また、荷卸しを開始する3回目のタッチを行った際には、各材料の計量値、納入容積および骨材の表面水率のデータから、生コン車に実際に積載された

コンクリートの配合（単位量）が瞬時に算出される。ここで、計画配合と実際に積載されたコンクリートの配合が照合され、もし、各材料の差が設定した範囲内にない場合は、管理用PCの画面上に警告が表示され、併せて警告ランプが点灯する。

これらによって、計画と異なる品質のコンクリートを確実に排除することが可能となる。

さらに、品質管理画面では、図-3に示すように生コン車毎の細骨材の表面水率がリアルタイムで表示される。細骨材の表面水は、コンクリートのフレッ



図-4 品質管理時の警告画面

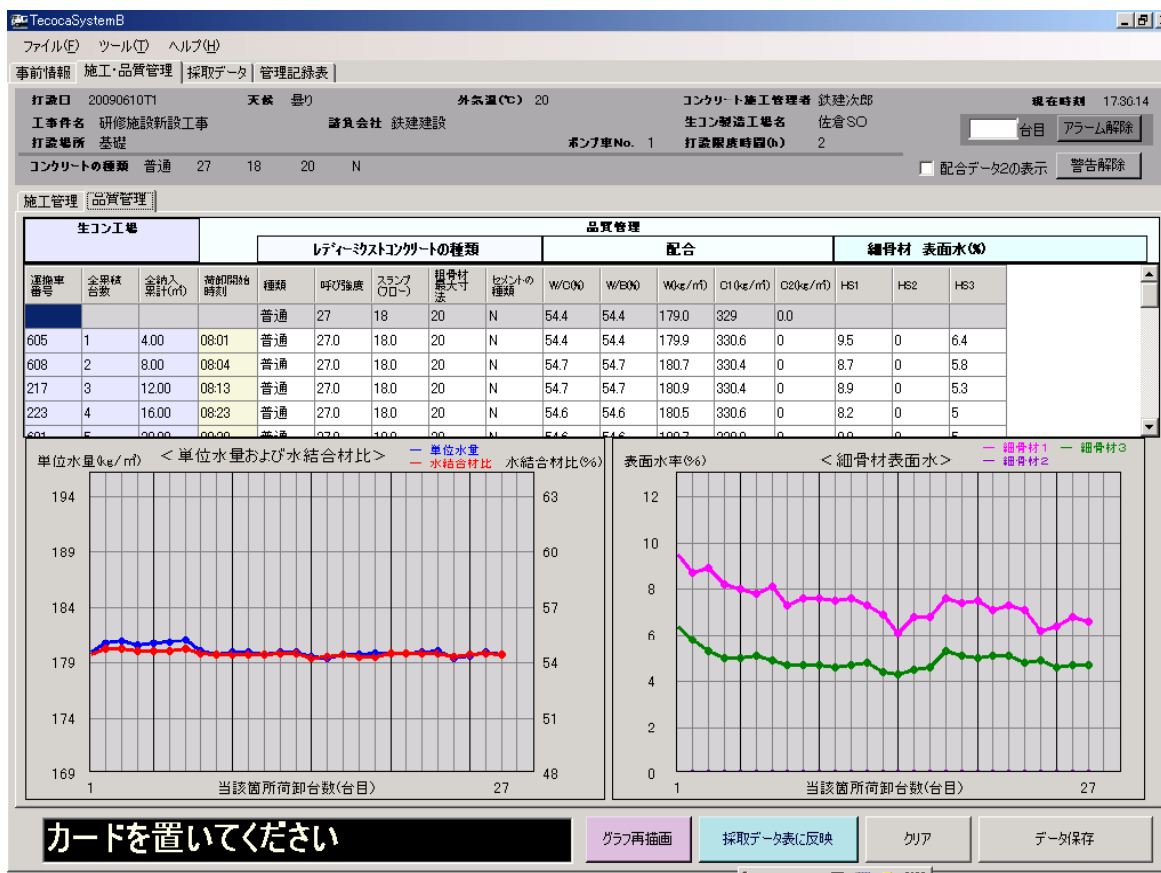


図-3 コンクリートの品質管理画面の一例

シュ性状に及ぼす影響が大きい。このため、細骨材の表面水率が急激に変動した場合は、自主的にスランプ試験等を行うことにより、品質を満足しないコンクリートの排除が可能となる。

c) 施工における品質管理(施工管理)

管理用PCでの施工管理画面の一例を図-5に示す。

荷卸しを開始する3回目のタッチを行った際に、当該生コン車の打設限度時間までの残り時間が表示される。打設中は、この時間がリアルタイムで減少していき、設定した打設限度時間までに荷卸しが完了されない場合は、図-6に示すように管理用PCの画面上に警告が表示され、併せて警告ランプが点灯する。これにより、所要の品質を満足しないコンクリートを排除することが可能となる。

さらに、施工管理画面には、図-5に示すように経過時間と打設量の関係、生コン車毎の運搬時間、現場での待機時間および打設時間がグラフとして表示される。これにより、リアルタイムで打設状況が把握でき、製造出荷の時期やピッチヘフィードバックすることで、安定した品質のコンクリートを得ることが可能となる。また、写真-4に示すように多数の関係者が視覚的に品質管理状況を確認できる効果がある。

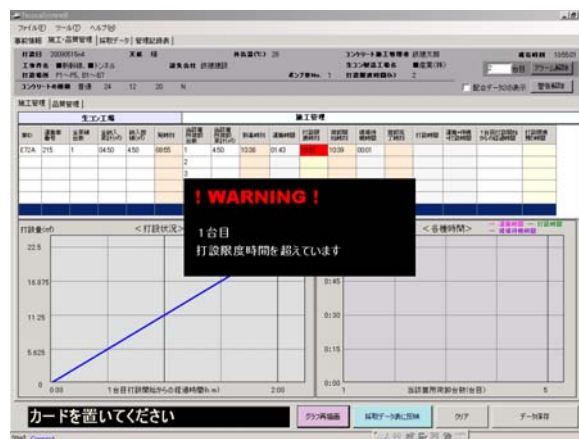


図-6 施工管理時の警告画面



写真-4 管理用PCでの品質管理状況の確認



図-5 施工管理画面の一例

(4) 品質管理記録表

打設時の全てのデータは、デジタルデータとして管理用PC内に保存される。また、管理用PC内には、スランプ試験、空気量試験や単位水量試験などの打設時の品質検査や圧縮強度の試験結果などの入力が可能である。さらに、印刷処理やデジタルデータとして表計算ソフト等へも出力できるため、品質管理データを一括管理し、品質管理記録として使用することも可能である。

(5) JIS A 5308 改定への対応

平成21年3月にJIS A 5308「レディーミクストコンクリート」が改定された。この改定によって、平成22年4月から図-7⁴⁾に示すように納入書に配合表が記載される予定となっている。これは、コンクリートの品質を保証する上で、非常に有効な取り組みと考えられる。しかし、品質管理の担当者が、記載配合が所定の配合可否かを納入時に短時間で確認できないと、連続して打設が行えないなど、逆に品質に対して悪影響を及ぼす恐れもある。本システムは、瞬時に配合の照合が可能であるため、この改定による品質確保の効果をさらに向上させることが可能なシステムと考えられる。

4. おわりに

今回、コンクリートの品質を確保するための品質管理技術として、ICカードを用いたコンクリートの品質管理システムの開発を行った。

その結果、本システムにより、少数の担当者が行っていた品質管理を、打設に関わる多数の関係者が視覚的に確認できること、また、所要の品質を満足しないコンクリートを確実に排除することが可能となり、コンクリートの品質確保のための一つの管理システムとして確立できたと考えられる。

しかし、構造物中のコンクリートの品質は、材料としての品質や打設時間のみならず、締固めや養生などの影響を大きく受ける。このため、今後は、これらを含めた施工時の品質管理システムとして、検討を進めていく必要がある。

No. 平成 年 月 日									
製造会社名・工場名									
納入場所		車番							
納入時刻		発着							
納入容積		m ³		累計		m ³		セメントの種類による記号	
呼び方		コンクリートの種類による記号		呼び強度		スランプ又はスランプフロー cm		配合表の最大寸法 mm	
配合表 ^{a)} kg/m ³									
セメント	水和材	水	細骨材 ^①	細骨材 ^②	細骨材 ^③	粗骨材 ^④	粗骨材 ^⑤	粗骨材 ^⑥	粗骨材 ^⑦
水セメント比		%	水結合比 ^{a)}		%	細骨材率		%	スラッジ固形分率
注記 配合の種類: ☐ 標準配合 ☐ 修正標準配合 ☐ 計量読取記録から算出した単位量 ☐ 計量印字記録から算出した単位量 ☐ 計量印字記録から自動算出した単位量									
荷受職員認印									
出荷係認印									
注記 用紙の大きさは、日本工業規格A列5番(148×210mm)又はB列5番(182×256mm)とするのが望ましい。									
a) 標準配合、修正標準配合、計量読取記録から算出した単位量、計量印字記録から算出した単位量、若しくは計量印字記録から自動算出した単位量のいずれかを記載する。また、備考欄の配合の種類については、該当する項目にマークを付す。									
b) 高炉スラグ微粉などを結合材として使用した場合にだけ記入する。									

図-7 平成22年4月以降の納入書

「謝辞」

今回の品質管理システムの構築にあたり、佐倉エスオーシー株式会社の金塚氏、香取氏および大見川氏に多大なご協力をいただきました。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート構造物の品質保証，コンクリート技術シリーズ No. 16，1997. 2
- 2) 豊福俊泰・田口茂久・山崎竹博・鶴田浩章：コンクリート構造物の品質保証システムに関する研究，土木学会論文集，No. 735/VI-59，pp15-31，2003. 6
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書施工編 2007年制定，2008. 3
- 4) 建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 5 鉄筋コンクリート工事，2009. 4