

スマートフォンアプリを利用した コンクリート品質管理システム

森 浜 哲 志

東北地方整備局管内の施工現場において、施工状況把握チェックシートおよび表層目視評価シートが活用されている。これらのシートは、コンクリート施工時および型枠取外し後におけるコンクリートに関する情報共有を容易にし、コンクリート施工のPDCAサイクルを回すことによって、コンクリートの品質向上に寄与するものである。今回、シートを入力をスマートフォン端末上で行い、入力したデータをサーバー上で一括管理するコンクリート品質管理システムを開発し、システムを現場に導入したことによって、コンクリートの品質向上を確認することができた。

そこで、本稿では、開発したコンクリート品質管理システムの概要および現場導入による効果について述べる。

キーワード：コンクリート、品質管理、施工状況把握チェックシート、表層目視評価シート、スマートフォン、アプリ

1. はじめに

近年、東北地方整備局管内の施工現場において、施工状況把握チェックシートおよび表層目視評価シートが活用されている。これらのシートを用いることで、コンクリートの打込み準備から養生までにおけるコンクリート施工時の状況および型枠取外し直後におけるコンクリート表層部の不具合発生状況を関係者間で情報共有することが容易となる。さらに、コンクリート表層部に不具合が確認された場合は、発生原因の推定を行い、コンクリート施工に関する計画、方法および留意点等を確認し、次回以降のコンクリート施工に反映するPDCAサイクルを回すことによって、コンクリートの品質向上に寄与するものである。

そこで、筆者らは上述した施工状況把握チェックシートおよび表層目視評価シートのデータ作成および情報共有をより効率的に行うことを目的として、シートを入力をスマートフォン端末上で行い、入力したデータをサーバー上で一括管理するコンクリート品質管理システムを開発した。

本稿では、開発したコンクリート品質管理システムの概要および現場導入による効果について述べる。

2. コンクリート品質管理システムの概要

(1) 従来の方法との違い

従来、施工状況把握チェックシートおよび表層目視評価シートは紙で運用されていた。紙を用いてチェック作業を行う場合、シートを印刷し、現場で記入、事務所に戻った後、表計算ソフト等の書式に入力あるいは紙をスキャンするといった作業が必要であった。これらの作業は、効率が悪く生産性を低下させる原因となる。

本システムは、施工状況把握チェックシートのチェックおよび表層目視評価シートの評価点入力スマートフォン端末上のアプリで行い、入力されたデータをサーバーにアップロードすることで作業が完了することから、作業の省力化や効率化を図ることが可能である。

(2) システムの特徴

本システムの特徴としては、「①マルチプラットフォームアプリを採用」、「②クラウドサーバーによる運用」、「③データ改変不可」が挙げられる。各特徴における詳細を以下に示す。

- ①シートを入力作業を行うアプリは、スマートフォンおよびタブレット端末で利用可能なマルチプラットフォームアプリであり、現場状況に応じて

最適な環境（端末）での活用が可能である。

- ②アップロードされたデータの保管はクラウドサーバーを利用していることから、スマートフォンへアプリをダウンロードすることで新規工事への導入が行える。
- ③アップロードされたデータはサーバー上で一括管理されるため、データを改変することができないシステムとなっている。

(3) 運用イメージ

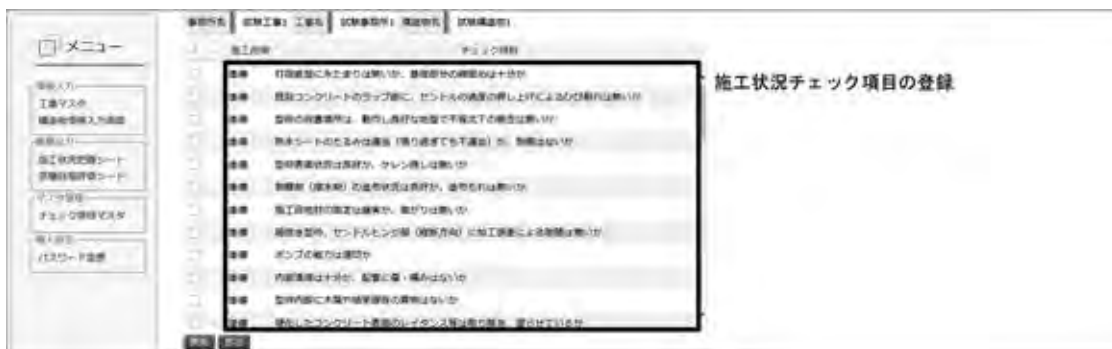
本システムの運用イメージを図-1に示す。
本システムを運用するにあたっては、PC等のWeb

接続できる機器およびスマートフォンやタブレット等のモバイル端末を用いる。

はじめに、本システムの準備として、施工状況把握チェックシートのチェック項目および表層目視評価シートの評価項目を登録し、登録されたデータをスマートフォン端末へダウンロードする作業が必要となる。これらの作業を行えば、作業箇所へはスマートフォン端末1台を持って行くことによりシートの作成が可能となる。作業箇所では完全オフライン環境でスマートフォン端末を使用することが可能であり、事務所に戻ってからオンライン環境でデータをサーバー上にアップロードするといったことを行うことも可能であ



図-1 運用イメージ



(施工状況チェック項目登録)



(目視評価項目の登録)

図-2 Web画面一例



(スタート画面)

(施工状況チェック画面)

(表層目視評価画面)

図-3 アプリ画面一例

る。アップロードされたデータは、事務所等のPCからクラウドサーバーへ接続することにより、確認および出力が可能である。

Web画面の一例を図-2に、アプリ画面の一例を図-3に示す。

(4) 施工状況把握チェックシート

施工状況把握チェックシートは、コンクリート標準示方書【施工編】に記載されているコンクリート施工時における基本事項をチェック項目としてまとめたシートであり、施工時における基本事項の遵守を促し、均質かつ密実で一体性のあるコンクリート構造物となるよう活用するものとなっている^{1), 2)}。

事務所名	〇〇事務所		工事名	△△工事		出表映えの影響											
	構造物名称	△△		打設箇所	IBL		表層目視評価の項目										
受注者	××株式会社		確認者	〇〇〇		剥離	気泡	色むら・打重ね線	施工目地不良	沈みひび割れ	型枠目地ノロ漏れ	豆板	第三者被害防止に関する事項				
配合	24-12-20BB	確認年月日	2019年6月3日(月)	打込み開始時刻	9時00分								打込み開始環境温度	20℃	天候	晴れ	①
打込み終了時刻	15時00分	打込み作業人員	5名	パイプ台数	2台(予備含む)												
昼休憩時間	12時00分	～	13時00分	打設数量 (m ³)	50 m ³ (10.00m ³ /h)	リフト高(m)	3m										
施工段階	チェック項目					記述	確認	なぜ(それを)チェックするか									
準備	運搬装置・打込み設備は汚れていないか					✓	○	泥などの異物が鉄筋に付着したり、型枠内部に落ちたりすると強度・耐久性・水密性が低下する									
	コンクリートから給水する恐れのある部分(型枠面等)を湿らせているか					✓	○	打込んだコンクリートの水分が吸収されないようにする									
	型枠内部に木屑や結束線等の異物はないか					✓	○	木片や結束線等の異物が構造物に混入することにより、強度・耐久性・水密性が低下する									
	かぶり内に結束線はないか					✓	○	錆汁や耐久性低下の原因となる									
	硬化したコンクリート表面のレイタンス等は取り除き、湿らせているか					✓	○	不十分だと、強度・耐久性・水密性が低下する。打込んだコンクリートの水分が下層コンクリートへ吸収されないようにする									
	コンクリート打込み作業人員に余裕を持たせているか					✓	○	必要な打込み能力、締固め能力を確保する									
	予備のパイプレータを準備しているか					✓	○	不慮の事象に備え締固め能力を確保する									
	発電機がトラブルがないよう、事前にチェックしているか					✓	○	不慮の事象に備え締固め能力を確保する									
	打設計画は、作業員に周知されているか					✓	○	施工の基本事項を全員が認識し、今日の打設で自分が何をするかを確認する									
	運搬	締混ぜてから打込み終了までの時間は適切か					✓	○	時間が長すぎると施工性の低下により、色むら・打重ね線、豆板等が発生し、コンクリートの密実性が確保出来ない								
品質	受人検査結果はコンクリートの規格を満足しているか					✓	○	所定の品質が確保されたレディミクスコンクリート以外の受入れを防止する									
	フレッシュコンクリート性状は低下していないか					✓	○	経時変化により所定の品質から外れたコンクリートの受入れを防止する									
打込み	打重ね時間は適切か					✓	○	コールドジョイント等の不具合発生を防止する									
	コンクリート吐出口から打込み面までの高さは1.5m以下となっているか					✓	○	材料分離や豆板の発生および衝撃による型枠・鉄筋・スベラーの移動を防止する									
	コンクリートの層あたりの打込み高さは50cm以下か					✓	○	締固め不足を招く危険性があり、コンクリートの密実性の低下を防止する									
	ホンプや配管内部の潤滑性を確保するため、充送りモルタルの圧送等の処置を施しているか					✓	○	圧送中にコンクリートの水分が吸収されないようにする									
	鉄筋や型枠は直れているか					✓	○	歪んでいると強度・耐久性・水密性が低下する									
	振務が不要となる適切な位置に、コンクリートを垂直に降ろしているか					✓	○	材料分離の防止およびパイプレータによるコンクリートの横流しを防止する									
	コンクリートは、打込みが完了するまで連続して打ち込んでいるか					✓	○	コールドジョイントが発生し、均質・一体性のあるコンクリートとならない									
	コンクリートの表面が水平になるように打ち込んでいるか					✓	○	上下層を一体化する締固め作業が難しくなる。また、フリーディング水も取りにくくなる									
	表面にフリーディング水がある場合には、これを取り除いてからコンクリートを打ち込んでいるか					✓	○	打継ぎ目の一体不足、鉄筋との付着不足、水密性の低下及び沈みひび割れ発生の原因となる。過度な打重ね線を防止する									
	パイプレータを下層のコンクリートに10cm程度挿入しているか					✓	○	上下層を一体化し、コールドジョイントの発生を防止する									
締固め	パイプレータを給直に挿入し、挿入間隔は50cm以下としているか					✓	○	パイプレータの挿入深さの把握が難しくなる。締固め不足や材料分離を起こさない									
	パイプレータの振動時間は5～15秒としているか					✓	○	締固め不足を防止する。表面気泡を防止する。上下層を一体化する									
	締固め作業中に、パイプレータを鉄筋等に接触させていないか					✓	○	鋼材とコンクリートとの付着低下による応力伝達の低下を防止する									
	表層付近に対して、後溜いの仕上げパイプレータが丁寧に施されているか					✓	○	表層付近の上下層を一体化し、過度な打重ね線やコールドジョイントの発生を防止する。粗大な表面気泡を低減する									
	パイプレータでコンクリートを撈掻きさせていないか					✓	○	材料分離を防止する									
仕上げ	パイプレータは、穴が壊れないように徐々に引き抜いているか					✓	○	空腔が生じることおよび締固めが阻害されることを防止する									
	締固め後、コンクリート上面にしみ出た水がなくなると同時に上面の水を取り除いてから仕上げを行っているか					✓	○	レイタンス、細いひび割れ、あるいは脆弱な層の形成とその剥離の発生を防止する									
	仕上げ作業後、コンクリートが固まるまでの間に発生したひび割れをタンピングまたは再仕上げによって修正しているか					✓	○	コンクリートの沈下によるひび割れを防止する									
養生	濡らかて密実な表面を必要とする場合には、できるだけ遅い時間、全てでコンクリート上面を仕上げているか					✓	○	濡らかて密実な表面とする									
	硬化を始めるまでに乾燥するおそれがある場合は、シートなどで日よけや風よけを設けているか					✓	○	コンクリートの十分な強度や耐久性を確保し、温度ひび割れや乾燥収縮によるひび割れを防止する									
特記事項	打込みを終了したコンクリート表面が乾燥しないよう、速やかに養生しているか					✓	○	コンクリートの十分な強度や耐久性を確保し、温度ひび割れや乾燥収縮によるひび割れを防止する									
	濡溜状態を長く保つ期間は適切であるか					✓	○	コンクリートの十分な強度や耐久性を確保し、温度ひび割れや乾燥収縮によるひび割れを防止する									
型枠および支保工の取外しは、コンクリートが必要な強度に達した後であるか					✓	○	コンクリートの十分な強度や耐久性を確保し、温度ひび割れや乾燥収縮によるひび割れを防止する										
技術提案事項など																	
特記事項													創業者、技術提案等による確認事項を記載。				

図-4 施工状況把握チェックシート出力例

本システムでは、コンクリート打込み準備から養生までの各段階（準備、運搬、打込み、締固め、仕上げ、養生）における基本事項（チェック項目）を構造物ごとに作成し、基本事項以外に創意工夫および技術提案等により必要となったチェック項目については、特記事項の欄に記載することを可能としている。

施工状況把握チェックシートの出力例を図-4に示す。

(5) 表層目視評価シート

表層目視評価シートは、型枠取外し後のコンクリート表層部の出来映えを目視で評価するものであり、これまでは数値で評価されなかった表層の出来映えをよ

り定量的に評価することで、施工方法の妥当性の検証や、施工方法改善のためのPDCAサイクルに活用するものである^{1), 2)}。

本システムでは、①剥離、②表面気泡、③水はしり・砂すじ、④色むら・打重ね線、⑤施工目地不良、⑥検査窓枠段差、⑦ひび割れ・亀裂、⑧沈みひび割れ、⑨型枠継目のノロ漏れ、⑩豆板の10項目を目視評価の対象とした。これらの10項目は、目視評価を行う構造物ごとに評価対象とする不具合を選択するものとしているため、トンネルや橋脚等、構造物を問わず使用することが可能である。

表層目視の評価方法は、参考文献^{1), 2)}に記載されている方法を採用しており、不具合がなければ4点満

表-1 目視評価点の基準

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
項目	剥離	表面気泡	水はしり・砂すじ	色むら・打重ね線	施工目地不良	検査窓枠段差	ひび割れ・亀裂	沈みひび割れ	型枠継目ノロ漏れ	豆板	
評価点	4	無し	概ね5mm以下 50個以下/m ²	無し	ほぼ無し	ほぼ無し	無し	無し	ほぼ無し	無し	
	3	50cm四方程度の大きさ	概ね5mm以下 50個以上/m ²	全体の1/10程度	全体の1/10程度	全体の1/10程度	1箇所程度	幅0.2mm以下のみ	幅0.2mm以下のみ	全体の1/10程度	深さ1~3cm程度
	2	1m ² 程度の大きさ	概ね10mm以下 50個以上/m ²	全体の1/3程度	全体の半分程度	全体の1/3程度	2, 3箇所程度	幅0.3~0.4mm程度	幅0.3~0.4mm程度	全体の1/3程度	深さ3~10cm程度
	1	2点の状態以上に広範囲	2点の状態より劣る	2点の状態以上に広範囲	2点の状態以上に広範囲	2点の状態以上に広範囲	3箇所を超える	幅0.5mm以上	幅0.5mm以上	2点の状態以上に広範囲	深さ10cm以上

工事名	△△工事	評価箇所	1リフト	打設日	2019年6月3日(月)	評価回数	1回目	調査者	〇〇〇
構造物名称	△△			脱型日	2019年6月10日(月)	評価日	2019年6月10日(月)	確認者	□□□
配合	24-12-20BB			脱型後日数	0日後	天候	晴れ		

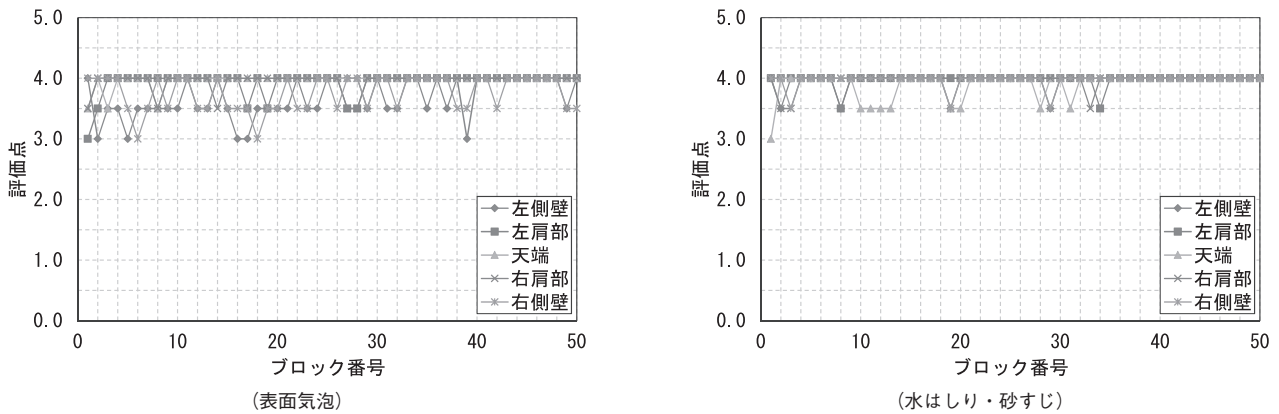
目視調査項目									
項目	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	点数計
記号	h	a	s	i	j	t	n	m	
1L-N	4.0	3.5	4.0	4.0	3.5	2.0	1.5	3.5	26.0
1L-E	3.5	3.5	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	3.0	25.0
1L-S	3.0	3.0	4.0	3.0	2.5	3.0	3.5	4.0	26.0
1L-W	3.5	2.5	3.5	2.5	2.0	3.5	4.0	3.0	24.5
点数平均	3.5	3.1	3.8	3.3	2.8	2.8	2.9	3.4	25.4

注) 評価点は4段階(4~1)、中間点も可とする

◆ 全体記事

◆ 改善策(施工状況把握チェックシートとの関連性を記録)

図-5 表層目視評価シート出力例



図一六 目視評価結果の一例

点とし、不具合の状態に応じて0.5点刻みで減点していくものとした。

本システムで採用している評価点の基準を表一に示す。

また、表層目視評価シートの出力例を図一五に示す。

3. 現場導入による効果

本システムは、現在、施工現場へ導入し運用を行っている。トンネル施工現場において、目視評価を行った結果の一例を図一六に示す。

結果より、「表面気泡」と「水はしり・砂すじ」のどちらにおいても、施工後半のブロックになるにつれて評価点が上がってきており、コンクリート表層の出来栄が改善していることが確認できる。

このことから、コンクリートに点数付けを行うといった定量的評価を行うことによって、不具合が発生した場合のその後の改善度合いを知ることが容易となる。

さらに、点数というわかりやすい指標としたことによって、美観が向上したコンクリートにする（良い点数にする）といった現場職員や作業員の意識を向上させることにもつながる。

4. おわりに

本稿では、東北地方整備局管内の施工現場において活用されているシートをベースとして開発したコンクリート品質管理システムの概要および現場導入による効果について紹介した。

実際に施工現場へ導入し運用した結果、本システムの有効性やさらなるシステムの改良点が見えてきた。コンクリート施工における表層の不具合を防止し、コンクリートの品質向上につながるよう、また、本システムをより有効に活用できるようにシステムの改良を進めていく予定である。

JCMIA

《参考文献》

- 1) 国土交通省 東北地方整備局、コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(橋脚、橋台、函渠、擁壁編)、平成27年12月
- 2) 国土交通省 東北地方整備局、コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(トンネル覆工コンクリート編)、平成28年5月

【筆者紹介】

森浜 哲志 (もりはま てつし)
佐藤工業㈱
土木事業本部 設計部

