

# 報告 地方自治体におけるコンクリート構造物のチェックシートを活用した品質確保の取組み

森岡 弘道\*1・二宮 純\*2・細田 暁\*3・田村 隆弘\*4

**要旨:** 山口県で平成 19 年から運用しているコンクリート構造物のひび割れ抑制システムは、打込み時期による抑制, 材料等による抑制, 施工の基本事項の遵守の三点を柱とした産学官が協働する取組みである。この中で, 施工の基本事項の遵守の徹底については, チェックシートを活用した発注者による施工状況把握を実施しており, ひび割れ抑制に加えて表層品質の向上効果も得られている。品質確保を達成するための施工状況把握の意義の確認と, 監督職員のスキルとマインドの向上を目的とした現場での実践的な研修を実施したので, その結果を報告し, 今後の展望を述べた。

**キーワード:** 品質確保, チェックシート, 研修, スキルとマインド

## 1. はじめに

有害なひび割れに代表される初期欠陥がコンクリート構造物の寿命に大きく影響することが判明し, 平成 13 年の国土交通省通達も契機に, 各発注機関においてひび割れに関する調査が強化されるようになり, 施工現場においてひび割れ調査や補修に多くの時間や労力が必要となった。

山口県では, 建設団体からの強い要望を受けて, 発注者もひび割れの発生原因を把握し, ひび割れを減少させることに取り組むこととした。産学官が協働して実施する「コンクリート構造物ひび割れ抑制対策システム」(以下, 「抑制対策システム」と記す) を構築し, 平成 19 年から運用している (図-1 参照)。

この抑制対策システムにおいては, 「施工の基本事項の遵守」が達成されるための仕掛けがなされている。その仕掛けの中で, チェックシートを用いた施工状況把握を行うことに特徴があるので, 浸透を図るために実施している研修会の状況も含めて報告する。

## 2. ひび割れ抑制対策について

山口県では, 施工数の多い標準的な橋梁下部工やボックスカルバートを対象に, 実構造物での試験施工によって, 様々なひび割れ抑制技術の実用性を確認し, その結果を参考にひび割れ抑制対策を定めた。対策は, (1) 打込み時期による抑制 (2) 材料等による抑制 (3) 施工の基本事項の遵守という「ひび割れ抑制対策の三本柱」として運用している (図-2 参照)。

(1) 「打込み時期による抑制」はコンクリートの最高温度を抑えるために打込み時期に配慮した工程計画を策定し, 発注時期や工期を調整するものである。

(2) 「材料等による抑制」は, ひび割れの分散を目的とした補強鉄筋の追加や, 膨張材の使用など, 材料の追加や変更による抑制対策や, 養生方法の工夫などを定めたものである (表-1 参照)。

(3) 「施工の基本事項の遵守」は, コンクリート標準

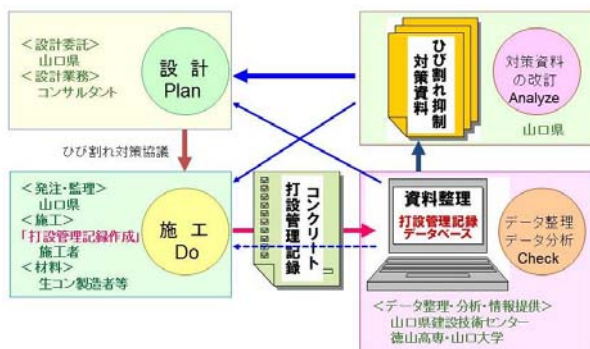


図-1 山口県ひび割れ抑制対策システム

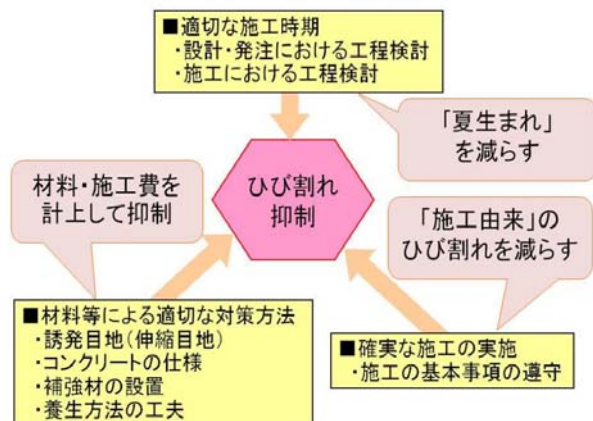


図-2 ひび割れ抑制対策の三本柱

\*1 山口県下関土木建築事務所 工務第一課長 (正会員)

\*2 山口県土木建築部 審議監 工修 (正会員)

\*3 横浜国立大学 大学院 都市イノベーション研究院 准教授 博(工) (正会員)

\*4 徳山工業高等専門学校 土木建築学科 教授 博(工) (正会員)

表-1 材料等による有効な抑制対策一覧

構造物 (部位)	抑制対策	備考
ボックス カルバート	誘発目地の設置	打込み温度が低い時期 : 5.0m程度
		その他の時期 : 3.5m程度
橋台胸壁	補強鉄筋の追加	鉄筋比 0.5%程度
橋台たて壁	補強鉄筋の追加	鉄筋比 0.3%程度
全構造物	養生方法の工夫実施	

示方書に示された事項を遵守することにより、不適切な施工により発生するひび割れ(「施工由来のひび割れ」と名付けている)の防止を図り、コールドジョイントや沈みひび割れ等の種々の不具合の発生を防止するためのものである。一般にひび割れは、設計、材料、施工の様々な原因により複合的に発生するため、適切な施工だけで発生を防止できるとは限らないが、適切な施工を行えばひび割れの程度を軽減し、発生した原因の特定が容易になる。

この三本柱からなる抑制対策の取組みは、研究者にも注目されるようになり、土木学会「構造物表層のコンクリート品質と耐久性検証システム研究小委員会」(委員長: 岸 利治 東京大学生産技術研究所教授)によって現地調査が実施され<sup>1)</sup>、表層の品質全般の向上にも効果が認められることが確認され、田村や細田の研究においても報告されている<sup>2),3)</sup>。

さらに、JCI「データベースを核としたコンクリート構造物の品質確保に関する研究委員会」(委員長: 田村隆弘 徳山工業高等専門学校教授)では、このシステムも参考事例として、品質確保の取組みを広く展開する方法について検討が進められている。

### 3. 施工状況把握チェックシートの概要

#### 3.1 基本事項の遵守

コンクリート構造物は、適切なコンクリートの打込み方法を全ての作業員が知っていなければ、品質の高いコンクリート構造物は構築することができず、もし誤った施工を行えばそれがひび割れを含む初期の不具合の原因になりかねない。

しかし、基本事項を遵守することによって、施工に起因したひび割れを含む初期の不具合の排除による品質の確保や、トラブルの減少による作業時間の短縮等の効果が期待できる。

#### 3.2 発注者の監督業務としての施工状況把握について

公共工事の発注者は、契約の適正な履行を目的として、

工事ごとに「監督職員」を置き、工事の段階に応じて、工事の施工状況の確認及び把握を行う「段階確認」や「施工状況把握」等を実施させている。

このうち施工状況把握は、現場での立会いもしくは施工者が提出した資料により、施工状況について契約図書との適合を監督職員が認識することである。頻度は構造物の種類に応じて定められ、重要構造物のうち橋台やボックスカルバートなどの鉄筋コンクリート構造物は、1構造物1回以上、必要に応じて1ロットごとに行うこととしている。

#### 3.3 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<sup>4)</sup>(以下、「チェックシート」と記す)を図-3に示す。コンクリート標準示方書[施工編]に示される施工の基本事項から品質確保のために最低限必要と考えた27項目を抽出しており、このチェックシートを活用して監督職員が施工状況把握を行うことで、施工の基本事項の遵守が徹底されることを目指すものである。

示方書等の規準類には非常に多くの基本事項が記載されているが、必ずしも現場で実施されているとは言えない状況にある。27項目に厳選したチェックシートという形で公開していることに意義があると考えている。

チェックシートによって施工状況把握における監督職員のチェック項目やレベルを合わせることができ、職

【施工状況把握チェックシート(コンクリート打込み時)】

事務所名	工事名	工区	
構造物名	部位	リフト	
受注者	確認者		
配合	確認日時		
打込み開始時刻	予定	実績	打込み開始時刻
打込み終了時刻	予定	実績	打込み量(m <sup>3</sup> )
			リフト高(m)
施工段階	チェック項目		
準備	運搬装置・打込み設備は汚れていないか。	-	確認
	型枠面は湿らせているか。	-	
	型枠内部に、木屑や結束線等の異物はないか。	-	
	かぶり内に結束線はないか。	-	
	硬化したコンクリートの表面のレイタンス等は取り除き、ぬらしているか。	-	
	コンクリート打込み作業員 <sup>(注)</sup> に余裕を持たせているか。	-	
	予備のバイブレータを準備しているか。	-	
	発電機のトラブルがないよう、事前にチェックをしているか。	-	
	練り混ぜてから打ち終わるまでの時間は適切であるか。	-	
	ポンプや配管内面の滑溜性を確保するため、先送りモルタルの圧送等の処置を施しているか。	-	
打込み	鉄筋や型枠は乱れていないか。	-	
	横移動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。	-	
	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。	-	
	一層の高さは、50cm以下としているか。	-	
	2層以上に分けて打ち込む場合は、上層のコンクリートの打込みは、下層のコンクリートが固まり始める前に行っているか。	-	
	ポンプ配管等の吐出口から打込み面までの高さは、1.5m以下としているか。	-	
締固め	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。	-	
	バイブレータを下層のコンクリートに10cm程度挿入しているか。	-	
	バイブレータを鉛直に挿入し、挿入間隔は50cm以下としているか。	-	
	締固め作業中に、バイブレータを鉄筋等に接触させていないか。	-	
	バイブレータでコンクリートを横移動させていないか。	-	
養生	バイブレータは、穴が落ちないように徐々に引き抜いているか。	-	
	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。	-	
	コンクリートの露出面を湿潤状態に保っているか。	-	
要改善事項等	湿潤状態を保つ期間は適切であるか。	-	
	型枠および養生工の取外しは、コンクリートが必要な強度に達した後であるか。	-	

※コンクリート打込み作業員・・・コンクリートの打込み・締固め作業時の人員のうち、直接作業に携わらない者(監理・主任技術者やポンプ車運転手等)を除いた人員

図-3 施工状況把握チェックシート

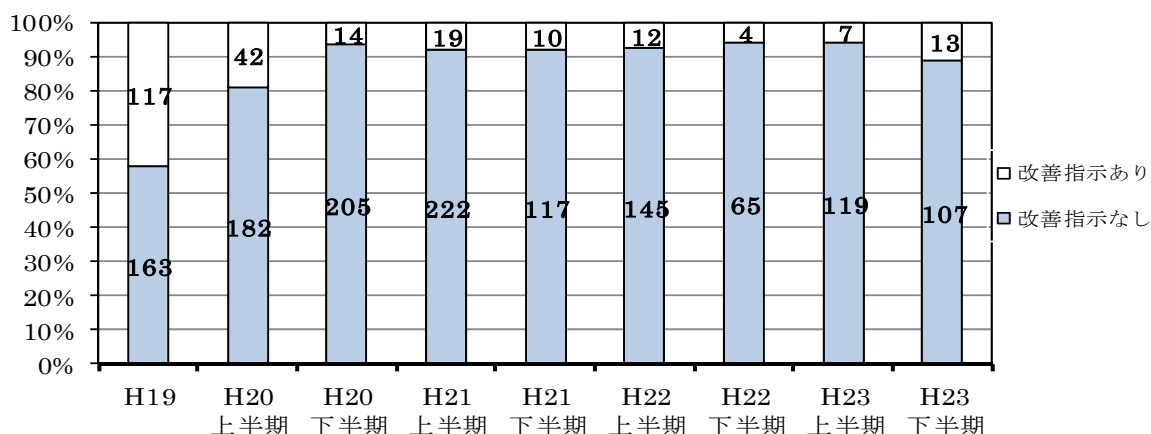


図-4 施工状況把握チェックシートの集計

員間のばらつきによる現場の混乱を防止することができる。また、チェックシートを県 HP で公開することで施工状況把握に対する施工者の事前準備を促すことができ、お互いにフェアなシステムとなっている。

このチェックシートと e-learning システムの連携は後述するが、27 項目の基本事項の意義を発注者と施工者の双方が十分に理解し、施工者が打込みに対する事前準備を十分に行っていることを発注者が現場で確認する、という仕組みを、基本事項の遵守が達成されるために産学官の協働で工夫を重ねながら運用していくことに意義がある。

### 3.4 チェックシートの集計と公表

チェックシートによる施工状況把握の結果を、半年ごとに全県分を集計し、山口県技術管理課 HP で公表することにより、定期的に施工者へのフィードバックを行っている。過去 5 年の集計結果の推移を図-4 に示す。指摘事項の総数は減少傾向であるが、年ごとの箇所数も減少傾向にあるため、この仕組みが確実に継続していくのか、今後の動向には注意が必要である。

## 4. 施工状況把握の研修会

### 4.1 研修会の目的

2012 年 4 月、第一著者は所属する現在の事務所に異動し、監督経験の浅い職員の施工状況把握に同行したところ、打込みの様子を漠然と見ただけでチェックシートに安易に丸印を記入しているのを見て驚き、その職員に各チェック項目を遵守しない場合に生じるトラブルについて質問したが、明らかに理解不足であった。事務所内の状況を確認してみると、理解不足の職員の割合は相当に高いことが分かった。

このことは、抑制対策システムの運用開始から 5 年が経過した現在、コンクリート構造物のひび割れを抑制するという「目的」が忘れられ、チェックシートに記入するという「手段」のみが実行されており、結果として本

来の目的が達成されないという「手段の目的化」に陥っていることを意味する。

そこで、研修会を頻繁に実施していた抑制対策システムの導入時に比べて、最近では研修会の頻度が低下していたことを反省し、あらためてチェックシートを活用した施工状況把握を監督職員に浸透させることを目的とする研修会を現場事務所で開催することにした。第一著者が所属する事務所でプロトタイプとして、2012 年 10 月 11 日に研修会を実施した。研修会の参加者は 26 人、うち山口県の職員が 20 人、下関市の職員が 6 人で、第三者も参加した。

研修会の実施にあたっては、コンクリート構造物の品質向上を追求する目的達成のためには、施工者の施工の技術力を向上させ、監督職員が施工者を支援する姿勢を見せることが重要であるということを踏まえて、施工者への支援の土台となる監督職員の意欲・熱意・マインドの醸成も目的とした。

### 4.2 e-learning による効率的な事前学習

研修会では、施工状況把握チェックシートの各項目について現場での動画・静止画(写真-1 参照)・説明図(図-5 参照)を主なコンテンツとし、インターネットで利用できる「施工管理のための e-learning システム」<sup>5)</sup>によ



写真-1 動画コンテンツの例

## (7) 垂直かつ打込み位置近くに打設し、横移動させていないか

打ち込んだコンクリートは型枠内で横移動させてはいけません。コンクリートを横移動させると、流動性の良いモルタルだけが遠くへ移動し、流動性の悪い粗骨材が近くに残り、材料分離を起こす可能性があります。パイプレータは必ず縦に挿入し、横移動させてはいけません。

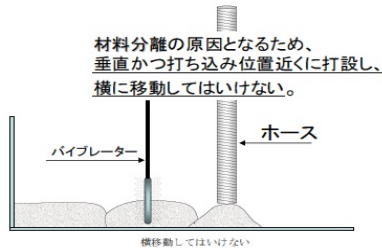


図-5 解説資料コンテンツの例

の事前学習を必須とした。

e-learning システムは、施工に携わる技術者のレベル向上のために、山口大学の中村秀明教授と山口県の官学共同研究によって開発したものである。インターネットでの配信は情報が届きやすい手段であり、発注機関である県の職員だけでなく、実際に施工する技術者も利用しやすいものである。この e-learning システムを活用した学習は、現場経験の浅い監督職員の施工管理技術の向上に有効であることが検証されている<sup>6)</sup>。

## 4.3 チェックシートを使った現場での施工状況把握

## (1) 現場での施工状況把握

研修会参加者は、実際の施工状況把握を、チェックシートを活用して行った。研修で使用したボックスカルバート (H 3.4m×W 4.3m×L 11.0m) を図-6 に示す。

コンクリート構造物の施工状況把握は、実際の施工において「施工の基本事項の遵守」がなされているか、使用される材料は契約図書と適合しているかを現場での立会いによって自ら確認するものである。打込み前の準備段階から始まり、当日の養生まで臨場する。施工状況把握は監督職員が行うもので施工者の対応は必要としない

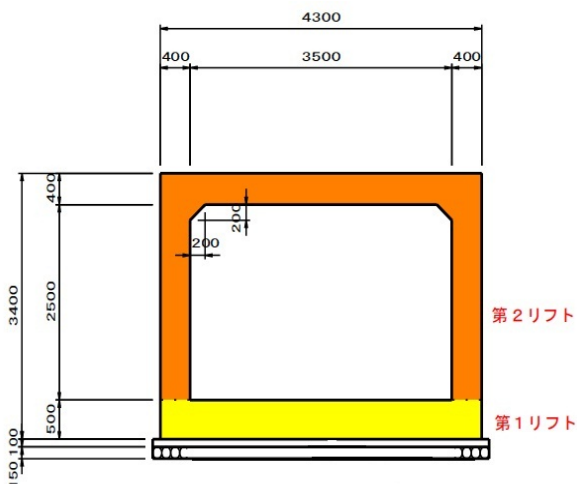


図-6 2号ボックスカルバート

が、パイプレータの予備台数や発電機の事前チェックは当日の聞取りによって把握し、型枠および支保工の取外しは、後日施工者への聞取りにより把握している。

チェックシートは、準備・運搬・打込み・締固め・養生とコンクリートの打込み作業の順番に従って作成されており、実際に状況を見て把握し、手書きで欄にチェックする。運搬時間、一層の高さや吐出口から打込み面までの高さなどは、実際の数値を記入することで把握内容の充実を図っており、運搬時間はコンクリートの納入伝票によって確認し、施工者が確認しているかも同時に把握する。一層の高さはスタッフ等で高さを測定しながら打ち込んでいるか、準備段階でパイプレータに目印として高さに応じたテープを巻くなどの工夫をし、打込みの際にはその目印を使って吐出口から打込み面までの高さやパイプレータの挿入深さを確認しながら行っているかを把握する。

施工の基本事項を遵守していないと判断され、改善を要する事項があれば、チェックシートの「要改善事項等」に記入する。ここで重要なことは、明らかに悪影響を及ぼすと判断されない限り、施工者に現場で直接指示しないことである。施工者の主任技術者、特にポンプやパイプレータを操作している作業員に、コンクリート打込み作業中に指摘を行うことは、現場の混乱を引き起こすことにつながるため、現場では指摘しない。チェックシートに記入し、後日、次回の施工の改善のために指示することとしている。

今回の研修会では、ボックスカルバート側壁部について、一層 50cm の打込み両側 3 回の施工状況把握を行った。研修会の状況を写真-2 及び写真-3 に示す。

## (2) 研修会でのふりかえり

研修会として、施工状況把握の体験や、要改善事項の検討ではなく、監督職員としてチェック項目・内容が理解できているかを論点とする少人数グループでのふりか



写真-2 施工状況把握研修の状況(1)



写真-3 施工状況把握研修の状況(2)

えり（グループディスカッション）を行った。チェックシートに記載してある内容と実際の施工が一致していることを確認するための着眼点や、基本事項の真の意義について参加者相互での議論を通して理解を深めるためである。その後、グループで議論した内容の発表や、質問・回答によってさらに理解を深めた。なお、このふりかえりには、研修を行った現場の施工者の主任技術者と経営担当者にも出席を要請し、議論を聞いてもらうとともに質疑に対する回答もお願いし、研修に協力した施工者へのフィードバックとして位置づけた。

研修の参加者からは、

- ・パイプレータの予備の目安
- ・発電機のトラブル
- ・要改善事項や指摘すべき場合の指示
- ・かぶり内にある結束線の許容範囲
- ・型枠面を湿らせるための水の散布量の目安
- ・レイタンス除去の対応

についての質問があり、e-learning システムでのコンテンツを示すなどで回答を行った。

また、施工上の工夫が見られる点として、

- ・筒先を入れる位置、パイプレータを挿入する位置の型枠にチョークで印が付けられていた。
- ・型枠の外側から打込み時に木槌で叩いていた。
- ・ブリーディング水を吸収するために、先端にスポンジを付けた棒が準備されていた。
- ・筒先やパイプレータに複数の印がテープで付けられており、高さの目安がわかるようになっていた。
- ・振動機を鉄筋等に接触させていないかという項目については、一度も当てないということは難しいと思われるが、パイプレータを2人1組で作業し、コンクリートに入れないときは後方がスイッチを切り、鉄筋に当てない工夫をしていた。

といった内容が述べられた。

さらに、施工状況把握を行う際の提案として、

・コンクリート打込みの作業人員の余裕について、ポンプ、パイプレータなど役割ごとの構成員を具体的に記述するとわかりやすい。

・練混ぜから打ち終わるまでの時間を書くほうが、意識が高まる。

といった意見が述べられた。

これらの内容は、チェックシートを活用した施工状況把握において、監督職員のチェック項目やレベルをあわせ、職員間のばらつきによる現場の混乱を防止するためには重要な事項である。今後も施工状況把握の意義や、チェックシートの手段としての意義を理解するために、施工現場での研修を継続して行う必要性をあらためて認識した。

### (3) 研修会実施の効果

研修会の終了時に、第一著者が作成した4択問題による理解度の確認と、「コンクリートの施工状況把握について」のアンケートを実施した。理解度については「施工管理のための e-learning システム」で提供している解説資料コンテンツの内容を出題し、8点満点で平均点が7.2点という正答率であった。内容の理解はされているものとする。

「コンクリートの施工状況把握について」のアンケートは、監督職員としての経験年数、施工状況把握の実施回数、これまでの学習方法や指導方法、今後の指導方法について選択肢から選び、コンクリートの施工状況把握に関する研修や e-learning システムに関する要望については自由記入によった。表-2 に経験年数と施工状況把握の経験回数の集計結果を示す。経験年数と施工状況把握の経験回数には相関性が認められる。一方で監督職員としての経験年数が少ない場合であっても、監督職員として施工状況把握を実施するのが職務であるが、そのためには必要な技術力（スキル）を確保する必要があり、その隔たりを埋めるのは、自らが担当して経験を重ねる方法か、研修によって効率的に補う方法がある。コンクリート工事を行う箇所が以前に比べて少ない昨今、経験

表-2 経験年数と施工状況把握の経験回数

経験年数	施工状況把握 経験回数	人数
3年以下	0回	3
	1~2回	2
	3~5回	0
	6回以上	0
4~6年	0回	4
	1~2回	3
	3~5回	2
	6回以上	1
7年以上	0回	1
	1~2回	3
	3~5回	2
	6回以上	5

表-3 学習方法や指導方法に関する集計結果

コンクリートの施工状況把握について、これまで、どのように学んできたか	回答数	回答者経験回数			
		①0回	②1～2回	③3～5回	④6回以上
他の職員（先輩、同僚）の現場に、施工状況把握と一緒に行くことで学んだ	8	2	4	1	1
全県的な研修会で学んだ	7	1	3	1	2
事務所主催の研修会で学んだ	2			1	1
自分の現場に上司と一緒に行き、施工状況把握を一緒に行うことで学んだ	1				1
現場で施工状況把握を行う際、監理技術者と話をすることで学んだ	1		1		
現場で施工状況把握を行う際、生コン会社の人と話をすることで学んだ	1				1

今後、施工状況把握を行っていく上で、どのような研修機会があるとよいか	回答数	回答者経験回数			
		①0回	②1～2回	③3～5回	④6回以上
他の職員が行う施工状況把握に同行する機会があるとよい	11	4	2	1	4
複数の監督職員で担当現場に行き、施工状況把握を行う機会があるとよい	4		3	1	
事務所の研修会があるとよい	3	2		1	
全県的な研修会があるとよい	3	1	1		1

を重ねる方法には限度があり、少ない工事箇所を有効に活用した研修によって工夫することが必要となる。

表-3 に学習方法や指導方法についての集計結果を示す。集会的な研修よりは、他の職員の現場に同行することや、複数の職員で同じ現場で施工状況把握を行う方法などに効果があるものと思われる。今回の研修のような数十人規模の研修は参加者への教育効果が大きいものの、実施可能な現場は限られるため、浸透効果は限定されると考えられる。コンクリートの打込み作業に影響しない程度の人数で臨場し、施工状況把握を行う小規模な研修の回数を重ねることが効果的であると言える。

研修の主眼は、監督職員として品質確保の目的を理解するとともに品質確保の手段を実行できる技術力（スキル）が必要であることを認識することにある。あわせて良いものを造ろうと思う熱意（マインド）も必要であり、現場を活用した研修や日常業務における研修も含めて取り組むことは、目的の理解と手段の習熟の両方に有効であると考えられる。

また、今回の研修に活用した現場の施工者も、研修会場になるということで、あらためて社内の勉強会や前日打合せを綿密に行うなど、施工者自身も参考になったという感想を寄せており、これも研修の副次効果といえることができる。

## 5. おわりに

「ひび割れ抑制の三本柱」を中心に産学官協働で取り組んできた山口県の抑制対策システムは、ひび割れ抑制に加えて表層品質の向上につながっていると注目されるようになっており、今後の着実な浸透が重要になっている。今回報告したチェックシートを活用した施工状況把握は、本システムの基本である「協働」が成立するため

の重要な要素の一つであり、これを適切に実行するには、監督職員が施工者と現場で対等に議論するために必要なスキルとマインドを、継続的な研修によって身に付けていかなければならない。

現在、抑制対策システムの運用から5年を経過し、抑制対策資料を品質確保ガイドとして改訂する作業を行っており、新しいガイドでは、施工状況把握を重要な要素として位置づける予定である。今後も、設計者・施工者・製造者・研究者との協働関係によって、良質な構造物を造っていくことを目指していきたい。

## 参考文献

- 1) 構造物表層のコンクリート品質と耐久性性能検証システム研究小委員会第二期（335 委員会）成果報告書およびシンポジウム講演概要集，土木学会，コンクリート技術シリーズ 97 巻，2012.7
- 2) 田村隆弘，稲津貴和子，国重典宏：実構造物のデータベースを用いた初期ひび割れ幅の予測式に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.1，pp.1331-1336，2011.6
- 3) 大野又稔，細田暁：山口県の実構造物のデータベースの温度応力解析による分析，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.1，pp.1288-1293，2012.6
- 4) 山口県技術管理課 HP：http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/hibiware/hibiwareyokusei.html
- 5) 一般財団法人山口県建設技術センターHP：http://www.yama-ctc.or.jp/data/index.htm
- 6) 金輪昭彦，田村隆弘，中村秀明，二宮純：コンクリート構造物の品質確保のための山口県施工管理 e-learning システム，平成 22 年度（第 62 回）土木学会中国支部研究発表会，6014，2010.5