

施工状況把握チェックシートによるコンクリート構造物の品質確保と協働関係の構築

細田 暁*¹, 二宮 純*², 森岡 弘道*³,
阿波 稔*⁴, 田村 隆弘*⁵

1. はじめに

土木構造物は非常に長期間に渡って社会の経済活動を支え、その品質が建設時に確保されることが重要であることは言を俟たない。土木構造物の品質は、契約時点で確認することができず、施工者の技術的能力に負うところが大きい。その中でも、構造体を現場で建設するコンクリート構造物の品質は、材料、施工、環境条件等の影響を大きく受ける。

コンクリート構造物の建設には発注者、設計者、施工者、材料供給者等の多くのプレーヤーが関与するが、構造物の品質が確保されるために各プレーヤーが果たすべき役割は、社会の状況に応じて変化する。現在は、一般競争入札が主流となりダンピングが増加したこと、長らく不況と公共投資の削減が続いたこと等により建設業の衰退が生じてきた中で、東日本大震災が発生し、突然に増加傾向に転じた公共工事の品質確保が困難な状況にある。

コンクリート構造物の品質が確保されるためには、建設に関わるプレーヤーの技術力が重要であるが、建

設業の衰退、団塊世代の引退、事務作業の増大による現場離れ等により発注者、施工者の技術力が低下傾向にあることが懸念され、技術力を全体的に向上させることは容易ではない。

このような状況の中、山口県ではコンクリート構造物のひび割れ抑制システムを構築し、2007年度より運用している^{1), 2)}。このシステムは、コンクリート構造物のひび割れを抑制するだけでなく、かぶりコンクリートの品質も向上させる総合的な品質向上施策であり、さらに建設に関わるプレーヤーの協働意識を高める効果も持つことが明らかとなっている^{2), 3), 15)}。

本研究では、公共工事の品質確保の歴史的経緯を整理し、品質確保において発注者の監督職員に期待される役割と課題を論じた後、山口県のひび割れ抑制システムで施工の基本事項の遵守が達成されるために活用された施工状況把握チェックシートが開発された経緯とその効果を説明する。さらに、現場での施工状況把握においてチェックシートの活用により協働的な対話がなされた事例や効果的な研修の方法を紹介し、山口県以外の自治体、事業者、東北の復興道路等の構造物の品質確保に展開されている状況を紹介する。

山口県のひび割れ抑制システムで開発された施工状況把握チェックシートの効果を詳細に分析し、活用方法や研修の具体的な事例を紹介することが、我が国の各地域で建設されるコンクリート構造物の品質確保に

筆者：*1 (ほそだ・あきら) 横浜国立大学大学院准教授 都市イノベーション研究院, *2 (にのみや・まこと) 山口県土木建築部審議監, *3 (もりおか・ひろみち) 山口県下関土木建築事務所, *4 (あば・みのる) 八戸工業大学教授 工学部土木建築工学科, *5 (たむら・たかひろ) 徳山工業高等専門学校教授 土木建築工学科

おけるチェックシートおよびその考え方の活用・応用につながると考える。

2. 公共工事の品質確保の歴史的経緯と 品質確保における監督職員の役割

2.1 我が国における公共工事の品質確保の 歴史的経緯⁴⁾

1889年（明治22年）に明治会計法が公布され、公共工事の調達一般競争入札によって行われるようになった。日清戦争の軍事需要の増加で過当競争や手抜き工事が目立ったこともあり、1900年（明治33年）に勅令により指名競争入札が導入された。その後、第二次大戦後に鉄道工事一般競争入札がGHQ指令により行われた際に過当競争で大きな混乱が生じたものの、1993年頃までは公共工事の調達のほとんどは指名競争入札によって行われた。

1991年以降の独占禁止法の強化を契機として、1994年度より、大規模な工事について一般競争入札方式の本格的な採用がなされ、1900年の指名競争入札の導入以来の大改革となった。それまでは指名競争入札という制度の中で担保されていたと言える公共工事の「品質」の確保が重要な課題となった。

1994年12月に「公共工事の品質に関する委員会」が設置され、1996年1月に最終報告を発表し、その中では「発注者・設計者・施工者が一体となった総合的品質管理（TQM）の推進」が基本方針とされた⁵⁾。

1998年2月には、中建審が「公共工事の品質確保等のための行動指針」をとりまとめた。その中で、公共工事の「発注者責任」を「発注者には公正さを確保しつつ、良質なモノを低廉な価格でタイムリーに調達する責任（発注者責任）がある」として、初めて定義した。

90年ぶりの入札・契約制度の大改革以降も不正行為はなくなり、2001年2月に、「公共工事の入札及び契約の適正化の促進に関する法律（入札契約適正化法）」が施行された。これにより、国だけでなく特殊法人、地方公共団体等の発注者全体を通じて、入札契約に関する情報の公表が促進された。それまでは発注機関が

非公開で使用していた基準類（監督技術基準、検査技術基準、工事成績評定の要領及び運用表等）が公開されることとなり、工事成績評定の結果も公表されることとなった。

2005年4月に「公共工事の品質確保の促進に関する法律（公共工物品確法）」が施行された。この法律により、価格と品質を総合的に評価して調達先を決定するという基本理念は明確になった。

2.2 公共工事の品質確保における受発注者の 役割の変遷

公共工事の品質確保を達成する上で、発注者の役割は極めて重要である。直営方式から請負方式に移行して以降も、従来は、発注者が工事の仕様などを細かく設定して、受注者がその指示通りに施工するという形態が多かった。今後は、事業方式や調達方式にもよるが、発注者は、工事において技術の評価や検査を重視し、受注者は品質・コスト・工程のマネジメント能力などを高めることに重点を置くべきである、との意見もある⁶⁾。

1994年度からの一般競争入札の導入により、過当競争による品質低下や優良な建設業者・技術者の衰退が懸念されている。従来は、指名競争入札により低コストで品質確保が担保されてきたとも言え、一般競争入札の導入以降は、本来は、品質確保を達成するためには発注者側の人員、コストを増やす必要がある。工事の監督や検査について、指名競争入札時代よりも、頻度も項目も大幅に増やして臨まなければならないからである⁷⁾。また、過去の指名競争入札時代においても、わが国では発注者側の技術者に対して技術的な資格や要件を求めないまま裁量権を与えており、この片務性を改善すべきとの指摘もなされていた⁸⁾。

しかし、財政が厳しいこともあって発注者側の体制の強化は十分ではなく、しかも、発注者の業務量の増加に伴う現場に出る機会の減少、経験豊富な世代の引退等により、発注者の技術力の低下が顕在化してきている状況にある。特に、長い不況の影響もあり、地方自治体における状況は深刻である。国においても、東北地方の復興道路のように、非常な短期間で広大なエ

リアに多くの構造物を建設する場合には、優秀な人材、優良な資材の確保は容易ではなく、コンクリート構造物の品質確保の達成は非常に困難となる。

発注者には時代に応じた高い技術力が求められているものの、技術力が低下してきている現状において、これを向上させることは容易ではない。また、意欲（マインド）の大小は技術力（スキル）と不可分とも言え、公共工事の品質確保を達成する上で、発注者の技術力を向上する仕組みの構築が大きな課題になると考えている。

2.3 監督行為における施工状況把握

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」等を実施している。

1986年の建設省の土木工事監督技術基準（案）（改正建設省技調発第325号（昭和61年6月24日））では、監督行為として「指示・承諾・協議・立会い・検査・調整」の6種類が規定されており、「把握」の規定は存在しない。

土木工事監督技術基準（案）に「把握」が見られるようになったのは、1996年の改正からである。国土交通省の土木工事監督技術基準（案）（国官技第345号（平成15年3月31日））では、監督行為として「指示・承諾・協議・通知・受理・確認・把握・立会い」の8種類が規定されている。

上記の変化は、監督職員と検査職員を独立に置き、品質確保のために発注者の監督機能の強化を目的とした改正であると考えられる。

監督業務のうち、把握以外の行為は書類により行われるか、細分化された項目ごとに記録を書類として残す必要がある。一方、把握には軽易な記入様式が用意されているのみであり、把握の結果が曖昧になる要素が多分に存在し、監督職員の技術力に負うところが大きい。また、公共工事標準請負契約約款においても、把握は監督行為として記述されていない。このような点で、把握は監督行為の中で特異な存在となっている。

把握する対象は、施工体制、工程、工事施工状況などである。このうち工事施工状況については、主要な工種において、現場での立会いもしくは施工者が提出した資料により、施工状況の契約図書との適合を監督職員が認識することとされている。実施する頻度は、構造物の種類と作業工程に応じて定められている。

橋台や橋脚等のコンクリートの重要構造物のコンクリート打込みについては、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されている。把握項目は、品質規格、運搬時間、打設順序、天候、気温の5項目とされており、概観的に作業が順調に進行することを把握することに主眼が置かれていると言える。施工状況把握は、それぞれの監督職員の技術力や知識によって、把握する範囲や精度が異なっていたと思われる。施工状況把握は、段階確認のように、監督職員が施工者に対して了解や指示を行うものでないため、厳密な取扱いを定める必要はなく、逆に定めることで視点が固定化されることを避けるという意味では、従来の仕組みは適切であったとも言える。

2.4 現状を踏まえた問題点の提起

3章で説明する山口県のひび割れ抑制システムでは、産（設計者・材料供給者・施工者）、官（発注者）、学（研究者）の協働を根本に据えている。この協働が成立するには、発注者も必要な技術力を有し、適切に役割を果たすことが必要となる。しかし、ひび割れ抑制システムの構築に向けて2005年度に実構造物での試験施工が開始された当初では、山口県においては発注者の技術力の低下がみられ、ひび割れが発生した場合に適切な対応ができない要因の一つにもなっていた。

発注機関の技術職員の役割が社会状況の変遷とともに変化するのは当然であるが、必要な能力を有することを前提に公共調達システムが構築されていることは言を俟たない。直営方式の時代に比べると多くの業務を受注者に任せるようになってきているが、外注する場合にこそ、すべての構造物の品質を確保するには発注者の技術力が必要となる³⁴⁾。技術力が低下した場合には、工事資材の選定や施工方法について明確な指示ができなくなる場合もある。また、施工中に判断を求められ

る場合に即答できずに施工者の信頼を失ったり、誤った回答をすることにより、構造物の品質を低下させる結果につながる場合もある。

技術力の低下は、職務への意欲の減退にもつながると思われ、負のスパイラルに陥る危険性がある。現状の工事成績評定の仕組みでは、監督と検査の職員がそれぞれの配点で評定し合計する。評価する内容は大きく異なり、監督職員は、施工期間全体を通した過程をもとに評価するのに対し、検査職員は、検査時点の構造物や管理資料によって評価する。監督職員は施工期間中に自らが施工者とどのようなやり取りをしてきたかを反芻しながら採点することとなる。発注者の監督職員の能力、技術力は、施工者にとって、また建設される構造物の品質にとって、大きな影響を及ぼしていると思われる。

コンクリート構造物の品質は、打込み、締固め、養生等の施工の影響を大きく受ける。施工時に生じる不具合は現在でも多発しており、コンクリート構造物が劣化する主たる要因と言っても過言ではない。発注者の技術力の低下により、コンクリート構造物の品質確保を達成する上で最重要プロセスとも言えるコンクリートの打込み時の施工状況把握が形骸化している実態があるとすれば、コンクリート構造物の品質確保は到底見込めず、国民の損失も計り知れない。

吉田徳次郎博士は、著書「鉄筋コンクリート設計方法」において、「鉄筋コンクリートをして十分にその特長を発揮させるためには、適当な設計と同時に正直で親切な施工が極めて大切である。」と述べ、「鉄筋コンクリート構造物の強さは主としてコンクリートの強さによるばかりでなく、耐久性、外観、等もコンクリートによるものである。」とコンクリートの施工の重要性を指摘している⁹⁾。さらに、鉄筋コンクリートの欠点の一つとして、「施工が粗雑になり易いこと」を挙げており、その主な原因として以下の3つに言及している。現在でも参考になる記述であると考え、以下に原文のまま引用する¹⁰⁾。

i) 「従来、土木の工事をする人の中にはコンクリートその他に関する示方書は確実に実行されないのが

あたりまえであるとする習慣があり、従って工事請負者は示方書通り施工しないことを予想して法外に安い値段で工事を落札し、工費の方から正当に必要な施工をすることができないこと」

ii) 「作業手や工事監督者が鉄筋コンクリートについての十分な知識がないために、主としてコンクリートの重量を利用するコンクリート構造物の場合における習慣にとらわれ、故意でないにしても示方書に従って完全な施工をすることに努力しない場合があること」

iii) 「鉄筋コンクリート構造はでき上がりさえすれば、その施工の良否はあとから容易にわからないということが、知らず知らず作業手その他の人の頭に働いて、各自の労力を省くことばかりを考えるようになり易いこと」

吉田徳次郎博士も著書の冒頭で警笛を鳴らすほど、コンクリートの施工が適切になされることは容易ではないことが分かる。そして、現代の日本においては、吉田先生の時代とは異なり、ポンプ施工、強度発現は確実であるが耐久性の観点からは疑問の多いセメントへと変遷していること、過密配筋の問題等もあり、構造物のコンクリートの品質確保はますます困難になっていると言える。

コンクリート構造物は、検査時に著しい不具合が発見された場合の対応が難しく、適切に施工された構造物と同等以上の性能を長期的に確保するための補修方法は確立されていない状況にある¹¹⁾。品質を確保するために検査を強化するという考え方も可能ではあるが、コンクリート構造物の品質は、設計、施工、材料、環境条件等の多くの要因の影響を受けるため、現場で混乱が生じる可能性が大きい。現に、ひび割れの検査が強化されたことにより、山口県ではひび割れの責任の所在を巡って受発注者間で意見の対立が生じ、それがひび割れ抑制システムの構築による根本的な解決に取組む契機となった。他の自治体等では、山口県のようなシステムの構築はほとんど行われておらず、ひび割れの検査の強化を契機に、いまだ多くのマネジメント的な課題が山積している状況にあると考えている。

筆者らは、施工状況把握の充実を通して、コンクリート構造物の品質確保に貢献することを目指しているが、特に構造物の耐久性に大きく影響する、かぶりコンクリートの緻密性（表層品質）を向上させることを狙っている。表層品質を非破壊で検査する手法の研究も活発に行われている^{12), 13)}が、仮に表層品質の確保を検査の導入・強化のみで達成しようとする、コンクリートの材齢や含水率等の多くの要因の影響を受ける表層品質の検査により現場にもたらされる混乱は想像に難くない。

以上の議論をまとめると、施工状況把握の充実を通じて発注者の技術力（スキル）が向上し、それとともに意欲（マインド）も向上し、産官学の協働体制の構築とともに、コンクリート構造物の品質確保が達成されるよう、現状の改善が強く求められていると考えている。

本研究では、「施工状況把握チェックシート」の開発と活用により、現状の改善に取り組んだ実践の結果とそこから得られた知見について述べる。

3. 山口県のひび割れ抑制システムにおける施工状況把握チェックシートの開発

本章では、山口県でひび割れ抑制システムが構築された経緯²⁾と、システムが成立する基盤となる「施工の基本事項の遵守」が達成される仕組みの中で重要な役割を果たした、本研究の主題である施工状況把握チェックシートについて説明する。

国土交通省が2001年に出した品質確保に関する通達により、コンクリート構造物のひび割れの検査が厳格になり¹⁴⁾、山口県においてもひび割れ発生後の責任の所在や、工事成績評定での扱いなど、受発注者間で多くの問題を抱えつつあった。山口県では、産官学協働の取組みとして、2005年度に、各種のひび割れ抑制対策の効果を実構造物で試す、試験施工に着手した。

試験施工開始後に、筆者らが「施工由来のひび割れ」と呼ぶひび割れが激減したことが判明した¹⁵⁾。筆者らは、「施工由来のひび割れ」を、「不適切な施工により

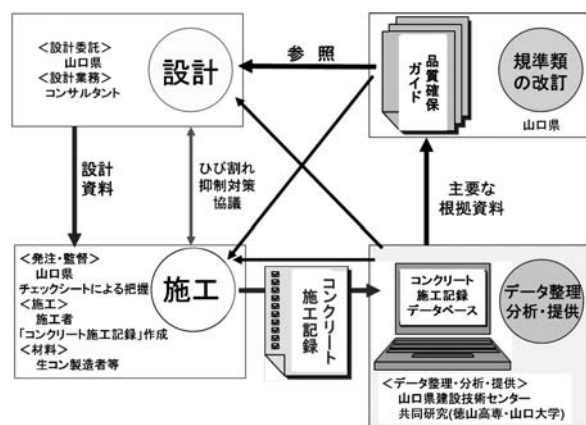


図-1 ひび割れ抑制システムのPDCAサイクル

発生するひび割れ」と定義している。施工由来のひび割れの例として、沈みひび割れ、不適切な打継ぎや打重ねに起因するひび割れなどのほか、山口県のボックスカルバートの頂版の底面に構造物軸方向に発生していた非貫通のひび割れが挙げられる。産官学協働の取組みとして注目の集まる中で施工されたことにより、施工の質が向上し、これまで当たり前のように発生していたひび割れの一部が、ほぼ根絶されたのである。この「施工由来のひび割れ」を発生させないために「施工の基本事項の遵守」を達成する仕組みを構築することが重要であると、関係者が試験施工を通じて共通の認識を持つことができた。

山口県のひび割れ抑制システムは、施工の基本事項が遵守される仕組みを構築することにより、施工由来のひび割れと、施工由来でないひび割れ、すなわち丁寧な施工しても発生を防げないひび割れとに仕分けできたことが基盤となっている。施工由来でないひび割れに対しては、設計段階でひび割れを抑制する材料的な対策等を検討することになるが、その際に施工の基本事項が遵守された既往の施工の実績を参考にできる。施工の基本事項の遵守に注力したことにより、効果の大きいPDCAシステムが構築されたのである（図-1）。

山口県のひび割れシステムの運用により、温度ひび割れが抑制され、さらに施工の基本事項の遵守により、コンクリート構造物の耐久性にとって非常に重要なかぶりコンクリートの品質が大幅に向上していることが明らかとなっている^{3), 15), 16), 17)}。

山口県では2007年のひび割れ抑制システムの運用開

【 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	〇〇土木建築事務所			工事名	県道〇〇線 道路改良工事		工区	1	
構造物名	〇〇橋 A1橋台			部位	たて壁		リフト	2	
受注者	〇〇建設(株)			確認者	〇〇技師				
配合	27-8-20BB			確認日時	2012/10/11(木) 7:30~13:30				
打込み開始時刻	予定	8:00	実績	9:10	打込み開始時気温	22.0℃	天候	曇のち晴	
打込み終了時刻	予定	12:00	実績	13:30	打込み量(m ³)	100	リフト高(m)	3.0	
施工段階	チェック項目							記述	確認
準備	運搬装置・打込み設備は汚れていないか。							-	○
	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。							-	※1
	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人員(※)に余裕を持たせているか。							8人	○
	予備のバイブレータを準備しているか。							4台中1台	○
	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。							-	○
運搬	練り混ぜてから打ち終わるまでの時間は適切であるか。							50分	○
打込み	ポンプや配管内面の潤滑性を確保するため、先送りモルタルの圧送等の処置を施しているか。							-	○
	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。							50cm	○
	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。							約1.8m	※2
締固め	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。							-	○
	バイブレータは、穴が残らないように徐々に引き抜いているか。							-	○
養生	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。							-	○
	湿潤状態を保つ期間は適切であるか。							10日間	○
	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。							-	○
要改善事項等	※1 型枠内部に結束線(3本)が落ちていたため、打込み前に取り除かせた。 ※2 排出口から打込み面までの高さが、明らかに1.5m以上であるため、口頭で注意したところ、是正された。 上記※1、※2についての是正を確認するため、次回打込み時も施工状況把握を行うことを、工事打合								

※コンクリート打込み作業人員・・・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-2 施工状況把握チェックシート(記入例)

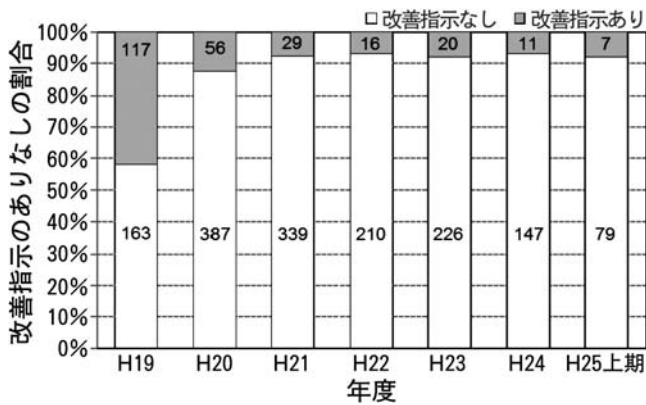


図-3 施工状況把握チェックシートの改善指示件数

始に先立ち、2006年に運用の試行を行った。この中で、施工状況を把握するためのチェックシートを開発し、システムの構築に関わったコンサルタントの技術者がすべての現場の打込みに立ち会う際にこのシートを試験的に使用した。第二著者とコンサルタントの議論により、チェック項目を厳選し、A4一枚に収めることを目標とした。膨大なノウハウが詰め込まれた示方書等の規準類と、現場をつなぐ一枚のシートが開発されることとなったのである。

図-2に示すのが、山口県で開発された「施工状況把握チェックシート」である。2012年制定コンクリート標準示方書の2012年版の改訂資料¹⁷⁾にこのシートが掲載されたため、用語や表現の修正を行ったが、本

質的な内容は開発当初のままである。

山口県では、2007年のシステム運用開始以降、この施工状況把握チェックシートを携えた監督職員が現場で施工状況把握を行っている。施工の基本事項は示方書等に詳細に記述されているが、その中から27項目を厳選し、チェックシートの形とした。このシートの効用の詳細は4章で説明するが、チェック項目には一見曖昧な記述に見えるものもある。チェックに合格するための方法がいくつもある場合があり、施工者側に自由度が残されているのが一つの特徴と言える。

施工状況把握チェックシートのフォーマットは、山口県のHPで公開されている。監督職員が重点的にチェックする項目が施工者にも公表されていることが、基本事項に対する意識の共有、適切な施工計画の作成、施工者の適切な事前準備につながり、施工状況の改善につながる結果となった^{3),19)}。

山口県では、このチェックシートの他にも、施工の基本を学習できるe-learningの教材の開発と活用、県が主催する講習会の実施などを行っている。山口大学と山口県の共同研究で開発されたe-learningの教材では、施工状況把握チェックシートの記載項目が遵守されることがなぜ重要であるのか、また遵守されない場合にどのような不具合が生じるのか、を画像と音声で

チェック項目		H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25上期
		打込みリフト数						
		280	443	368	226	246	158	86
締固め	① 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。	9	8	8	2	1	0	1
	② 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。	22	13	10	4	0	1	1
	③ 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。	31	19	6	2	0	3	2
	④ バイブレータでコンクリートを横移動させていないか。	10	15	3	2	0	0	0
	⑤ バイブレータは、穴が残らないように徐々に引き抜いているか。	13	29	6	4	1	2	2

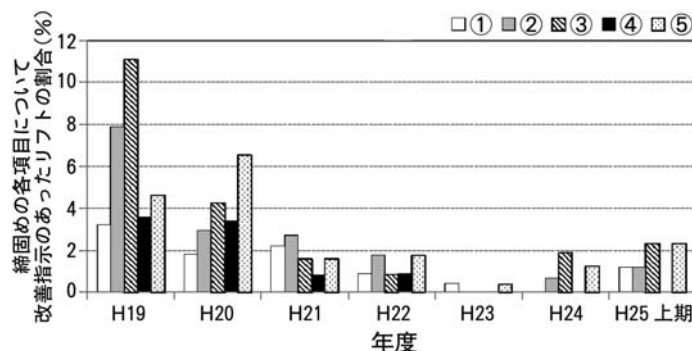


図-4 締固め作業に関する改善指示件数の推移

学習することができる。講習会では、官学からの情報提供のみならず、施工者が実際の現場で施工の基本事項の遵守を達成するために行った工夫なども紹介されている。

山口県では、半年ごとに施工状況把握チェックシートの情報を集計して公表している。図-3に示したのは、1項目も改善指示の無かった工事の割合を示している。平成19年の運用開始以降、施工の基本事項の遵守が広く行き渡ってきていることが分かる。

図-4は比較的改善指示の出やすい締固め作業に関する改善指示件数の推移であるが、システムの運用開始後、減少傾向にあることが分かる。

このような施工の基本事項の遵守を達成するための努力により、温度ひび割れが抑制されるだけでなく、構造物の耐久性を支配するとも言える表層品質が向上し、総合的な品質向上につながったと考えている¹⁵⁾。

また、山口県では、図-3や図-4で示したように施工の基本事項の遵守がシステムとして達成されてきていることを受け、2013年4月より、補修を必要とするひび割れが発生した場合でも、施工が適切に行われていることが確認された場合は、工事成績評価において減点をしないように変更した。適切な施工に取り組んだ協働の一つの大きな成果であると考えている。

なお、山口県では、施工の基本事項の遵守がひび割れ抑制のみならず、かぶりコンクリートの品質にも寄与していることも受けて、2014年5月にシステムの規準書を「ひび割れ抑制対策資料」から、「コンクリート構造物品質確保ガイド」に変更し、対象を上部工へも拡大している。

4. 施工状況把握におけるチェックシートを活用した監督職員の役割

4.1 山口県のひび割れ抑制システムにおける

施工状況把握チェックシートの使い方

山口県では、ひび割れ抑制システムの対象構造物に対して、図-2に示したチェックシートを用いて、監督職員が現場に臨場して施工状況把握を行う。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、また使用される材料が契約図書と適合しているかを監督職員が確認する。

コンクリートの打込みの施工状況把握は、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あり、施工者の対応は必要としないが、バイブレータの予備台数や発電機の事前チェックについて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については後日の聞取りにより把握する。

施工状況把握においては、監督職員は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、一層の打込み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行為の充実を図っている。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を同時に把握する。一層の打込み高さはスタッフ等で高さを測定しながら打込んでいるかを把握する。

施工の基本事項を遵守していないと判断し、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。ここで重要なのは、明らかに悪影響を及ぼすと判断しない限り、施工者に現場で直接指示をしないことである。施工者の主任技術者や、特にポンプやバイブレータを操作している作業員に、コンクリートの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。そのため、チェックシートに要改善事項を記入し、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。

4.2 チェックシートの項目の「曖昧さ」

実際に施工状況把握チェックシートを用いて施工状況把握を行ってみると、項目によっては判断に迷う場合がある。ある意味で、チェック項目の中には「曖昧な」記述が含まれており、筆者らは「曖昧さ」がこのチェックシートの特徴の一つであると考えている。

例えば、「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」という項目については、具体的な数字が示されていない。適切な位置とは、コンクリートのフレッシュ性状や配筋状態等によって異なると思われ、施工の段取りにも大きく影響する

ため、この項目について判断を下すのは容易でない場合がある。

しかし、記述が曖昧であるが故に、コンクリートを垂直に降ろす位置が適切かどうか、監督職員と施工者の対話を促すことにつながるのである。コンクリートのフレッシュ性状、配筋、締固め方法などを総合的に勘案して、降ろす位置が適切かどうかを事前にも検討すべきであるし、打込み中に把握するのである。

他の例として、「コンクリート打込み作業人員に余裕を持たせているか」という項目も曖昧と言え、余裕があるかどうかの判断は多くの条件に左右され得る。しかし、構造物の品質が確保されるために、当該現場で適切に人員配置がなされているかを、監督職員が諸条件を勘案して判断すればよいのである。

以上のように、確認や検査における単純な○×の議論ではなく、一見曖昧に見える項目をチェックシートに配置しておくことで、監督職員のより深い考察や、監督職員と施工者の対話を促す効果があるようである。

また、チェックで○となる場合でも、そうなるための方法がいく通りもある項目もあり、施工者の創意工夫を促す効果もあるようである。

チェックシートを活用した施工状況把握は、監督職員や施工者の役割を明確にして、協働的な対話を促す効果を持つようであり、この効果について、実際の現場での事例を通して、次節でさらに分析を行う。

4.3 実際の施工状況把握で見られた協働的な対話の例

ここでは、筆者らが参加した実際の現場での施工状況把握（監督職員以外の発注者の技術者や学の関係者も参加）において、協働的な対話が行われた事例を紹介し、施工状況把握チェックシートの効果の分析を行う。

（1）「型枠面を湿らせること」

2012年10月11日に下関のボックスカルバートの側壁の打込みで行われた施工状況把握の研修会¹⁹⁾（山口県および下関市の技術者、第一著者を含む大学の研究者2名が参加）のふりかえりで行われた議論である。

「型枠面は湿らせているか」というチェック項目が

ある。この現場では、高圧洗浄機を用いて打込み前に散水がなされた。散水された水の多くは側壁の型枠内の底部に溜まった。この水が十分に除去できているのか、という参加者の質問から議論が始まり、そもそも何のために散水するのか、という議論に発展した。

2012年制定の土木学会コンクリート標準示方書〔施工編・施工標準〕の7.4.1（打込みの準備）には、「コンクリートと接して吸水するおそれのあるところは、あらかじめ湿らせておかなければならない。」との条文がある¹⁹⁾。この条文の解説を読んでも、吸水するおそれの無い場合は、湿らせる必要が無いように読める。施工者によっては、近年の合板型枠は吸水もせず、また離型剤が塗布してあるのでむしろ散水しない方がよい、という意見を聞いたこともある。

しかし、例えば吉田徳次郎博士の「鉄筋コンクリート設計方法」によれば、「コンクリートを打つまえに、せき板に十分に水をかけることは、せき板とコンクリートの付着を防ぐために必要なばかりでなく、完全な掃除をする上からも、大切である。ただし、寒いときに、せき板に水をかけると水が凍ったり、コンクリートが凍結したり、するおそれがあるから、寒中コンクリートの場合には水をかけず、せき板に塗布材をめるのがよい。」とある²⁰⁾。さらに、同書の中には、「暑中コンクリートを打つときには、水の蒸発の影響を少なくするため、せき板その他水を吸収するものはコンクリート打ちのまえに十分に吸水させなければならない。熱い鉄筋、岩盤、わりぐり基礎、等の上には水をかけてひやしてからコンクリートを打つ。」とある²¹⁾。

このように、「型枠面は湿らせているか」というたった一つのチェック項目を巡って、真に品質確保を達成するために多くの議論を行うことが可能であり、場合によっては現行の示方書の記述を超えた議論にまで踏み込むことも可能である。質の高い研修においては、そのような議論を参加者が共有できることとなる。

参考までに、ふりかえりにも参加したこの現場の施工者は、散水する主たる目的を、型枠等を冷やすことと認識しており、散水により溜まった水は側壁の型枠の底部の継目から打込み開始前に適切に除去されてい

た。

(2)「バイブレータを鉄筋等に接触させない」

二つの事例を紹介する。

一つ目は、前項(1)と同じ下関の現場においてである。

第一著者が、側壁部に棒状バイブレータで締固めを行う作業員に「鉄筋にバイブレータを接触させずに締固めを行うのは困難ではないか」と質問した(図-5)。締固め作業中の作業員は「簡単である。後ろにいるスイッチマンが、バイブレータがコンクリートに接地するときにスイッチを入れる。また引き抜く時もスイッチを切ってから行うので、鉄筋に接触のしようが無い。」と答えたのである。そのように事前の打ち合わせ、教育が行われているのであろう。レベルの高い施工方法に対する和やかな対話が協働の雰囲気醸成することを肌で実感した。

二つ目の事例は、2013年2月1日に、横浜市の調整池の現場において行われたチェックシートを用いた施工状況把握の試行に第一著者が参加したときのものである。施工者は大手ゼネコンである。横浜市での試行については5章で紹介する。

この現場では、RCの壁部材を打込む際に、かぶり部にバイブレータが挿入されていた。当然にバイブレータは鉄筋や型枠に接触していた。チェックシートでは×となる。

現場事務所での施工状況把握のふりかえりの際に、参加者で議論を行った。施工者は脱型した際の仕上がりが良くなることを意図してバイブレータをかぶり部に挿入していた。バイブレータが鉄筋に接触することのデメリットは、例えば、鉄筋が振動することで先に打込まれたコンクリートと鉄筋の間に空隙が生じることが挙げられるが、コンクリートがまだ硬化していない場合は、鉄筋の振動により逆に付着が良好になる場合もあると考えられる。また、かぶりにバイブレータを挿入しないことにより、かぶり部のコンクリートはすべて鉄筋間を通過して充填されることになり、密実性が十分にならない場合もある。過密配筋の場合は、そもそも鉄筋にバイブレータを接触させないことが不



図-5 締固め作業を行う作業員

可能である。

このように、「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」というチェック項目を巡って、真に品質確保を達成するための施工方法について、産官学の協働的な議論がなされた。

(3)「バイブレータの10cm挿入」

「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」というチェック項目がある。この内容については、施工者による種々の工夫が見られ、現場においても協働的な対話のきっかけとなる場合が多い。

目に見えない下層にバイブレータを10cm程度挿入しなくてはならないため、現在打込んでいる層の厚さの管理は必須となる。バイブレータにカラーのビニールテープを目印に巻く工夫がよく見られるが、バイブレータの先端から遠くない位置に巻いていると、作業員の位置から目印までの距離が遠くて見にくかったり、コンクリートで汚れて見えなくなったりする場合がほとんどである。

打込み作業の終了まで、この基本事項が遵守できるよう、テープの巻き方には種々の工夫がなされることとなる。テープ以外による方法も考案されるかもしれない。

監督職員が状況を把握しやすい施工方法は、作業員にとっても作業のしやすい方法である場合が多いようである。

2013年9月20日に、前項(2)で紹介した横浜市の調整池の現場での施工状況把握に第一、第四著者が参



図-6 ビニールテープによりバイブレータの挿入深さを管理する作業員

加した際、バイブレータに複数のビニールテープが適切に巻かれていた。どの層を締め固める際も、作業員の手元で挿入深さを管理するための工夫であった。協働的な対話の中で、後追いバイブレータの作業員は、「この方が単純作業となるので楽である。」と話していた(図-6)。

(4)「落下高さは1.5m以下であるか」

これは、2013年2月12日に、横浜市港湾局の発注したRC製の大型ケーソンの製作現場での施工状況把握に第一著者が参加したときの事例である。

ケーソンの隔壁の厚さが200mm程度であり、その中央に鉄筋が配置されており、鉄筋が障害となってポンプの筒先を型枠内の奥深くに挿入することができなかった(図-7)。打込み開始初期は、明らかにコンクリートの落下高さが1.5mを上回っており、「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」のチェック項目で×が付く状況であった。

現場代理人は、「ポンプの筒先が入らない設計となっており、1.5m以上の高さから落下させても材料分離が生じにくいようにコンクリートの配合を工夫した。また、後追いバイブレータを通常よりもさらに入念にかけるようにしている。」と話していた。

同様の方法で施工した前リフトの表面を、筆者らの開発した目視評価法²³⁾で評価した結果、顕著な不具合は認められず、むしろ良好な仕上がりを示していた。



図-7 ポンプの筒先が奥深くに挿入できない状況

この事例は、施工のことを十分に配慮できていない設計のために施工者が苦勞している問題と見ることもできる。しかし、施工状況把握における対話から、品質を確保するための施工者の努力を、監督職員ら発注者の技術者たちが認識することとなった。このような対話の結果が、今後の設計、施工等にフィードバックされ、多くの構造物の品質確保につながることを期待したい。

以上に挙げた事例のように、チェックシートを活用した施工状況把握は、監督職員と施工者の間、さらには学も含めた関係者間に協働的な対話を生み出す場となり得る。ただし、それは監督職員や学の関係者のマインド次第と言える。

4.4 監督職員に求められるスキルとマインド

図-8に、施工状況把握チェックシートによりもたらされる効果と、監督職員と施工者の間で構築され得る協働的な対話の構図を示した。

協働的な対話が構築されるためには、監督職員の真に品質を確保するための考察と、施工者の創意工夫や努力が必要と考える。そもそも、監督職員が深い考察を行うためには、スキルとマインドが必要であるが、協働的な対話が行われ、品質確保のための真摯な議論が行われるようになれば、監督職員のスキルアップにつながり、マインドの向上とともに、協働的な関係の促進もたらされると期待できる。協働的な関係の構築には、技術力と教育力を持った学の役割も大いに期

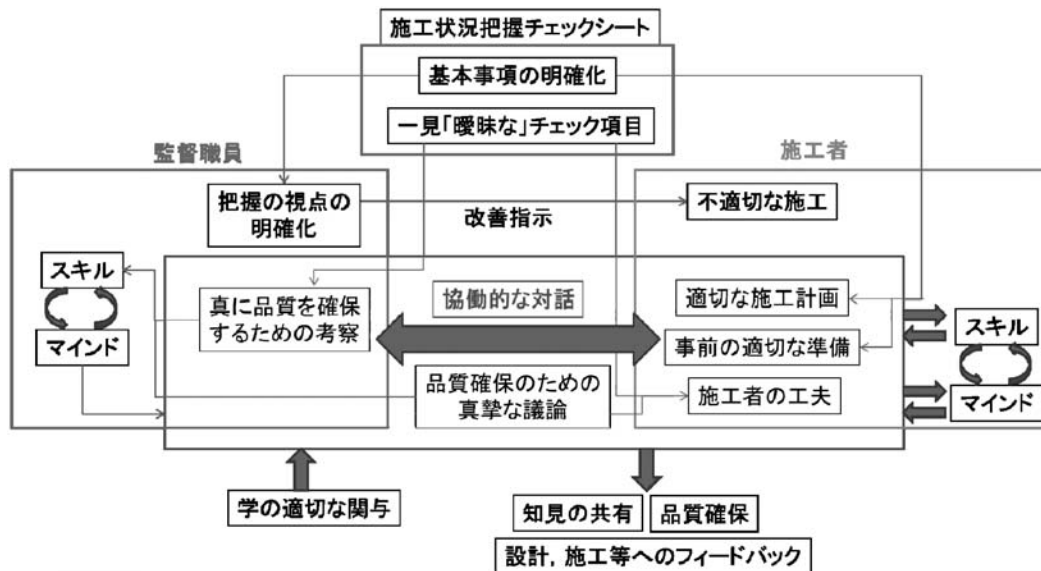


図-8 施工状況把握チェックシートによりもたらされる効果と構築される協働的な対話の構図

待される。現場を知らない学のプレーヤーも、協働の現場で実構造物の品質確保に取り組むことによって大いに鍛えられ、学の本来の役割を果たせるようになると考えている。

品質確保のための真摯な議論を目的とした協働的な対話の結果は、当然ながら構造物の品質確保につながるだけでなく、関係者間の知見の共有や、適切な設計、施工へのフィードバックに活用されることが期待される。

5. 研修会（祭り）の効用

5.1 下関で開催された研修会の経緯と目的¹⁹⁾

2012年10月11日に施工状況把握の研修会が下関のボックスカルバートの現場で行われた。4.3で事例を紹介した現場である。この研修会の企画を第三著者が中心になって行い、「施工状況把握祭り」と呼ぶこととした。発注者内での一方向的な研修ではなく、協働的な勉強会の雰囲気作りを目指したからである。

施工状況把握祭りを開催した経緯を説明する。2012年4月に、第三著者が県の下関土木建築事務所に異動し、監督経験の浅い職員の施工状況把握に同行する機会があった。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○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が相当に高いことが分かった。

これは、山口県のひび割れ抑制システムの運用開始から5年が経過し、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」の目的化が生じていることを意味する。ひび割れ抑制システムの根幹を支える施工の基本事項の遵守を実現するための重要な手段である施工状況把握が形骸化することは、システムの機能が損なわれることにつながりかねない。

ひび割れ抑制システムの導入時には、研修会が頻繁に開催されていたが、頻度が低下してきていたことを反省し、チェックシートを活用した施工状況把握の意義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とした。そのプロトタイプとして、2012年10月11日に、山口県の職員20名、下関市の職員6名、第一著者を含む学から2名が参加しての施工状況把握祭りを開催した。

5.2 研修会の効果的な実施方法の例

6章で紹介するが、施工状況把握チェックシートを活用した施工状況把握は、他の自治体や鉄道事業者、東北地方整備局等で展開されようとしている。山口県や筆者らが実施している研修会の方法が今後の展開の参考になると考え、二つの事例を紹介する。



図-9 e-learningシステムの動画・静止画の例



図-11 下関で行われた施工状況把握祭りの様子

(1) 山口県の研修会の事例

2012年10月11日の下関での研修では、前述のように「施工状況把握祭り」と愛称を付け、山口県の実施した研修会に下関市の職員、県外の大学の研究者が2名参加した。

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(図-9)・説明図(図-10)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」²⁴⁾による事前学習を必須の参加条件とした。

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り開発されたものである。インターネットでの配信により、発注者の職員だけでなく、実際に施工する技術者も利用できるようにしている。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技術力の向上に有効であることが検証

(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。

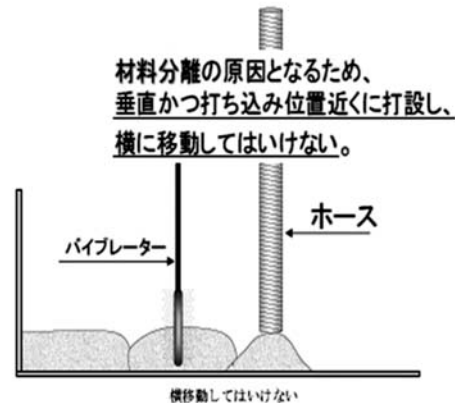


図-10 e-learningシステムの説明図の例

されている²⁵⁾。

この施工状況把握祭りでは、現場近くの会議室にて、施工の基本事項の遵守がなされない場合にコンクリート構造物に生じる不具合等の説明を座学で行った。その後、ボックスカルバートの現場に移動し、側壁部の打込み前の準備状況から、一層50cmの両側の壁の打込みを3層目まで施工状況把握を行った(図-11)。多くの参加者がいたが、現場の作業に迷惑をかけないように、参加者たちは施工者や材料供給者とコミュニケーションしていた。

施工状況把握を終えた後、事前説明を行った会議室に戻って、施工を行った建設会社から主任技術者と経営担当者にも参加してもらい、ふりかえりを行った。研修の実施に協力した施工者へのフィードバックと位置付けた。

ふりかえりでは、6名程度ずつのグループに分かれて、当日に経験した施工状況把握に関するグループディ

スカッションを行い、グループの代表者が議論の結果を発表し、質疑応答がなされた。4.3で紹介した事例のいくつかはこのグループディスカッションでの議論に基づいている。このグループディスカッションが参加者の理解を深めたと考えている。このふりかえりで行われた議論の詳細は、参考文献を参照されたい¹⁹⁾。

また、ふりかえりの最後に、第三著者が作成した4択問題による理解度の確認を行った。4択問題は、e-learningシステムで提供している内容から出題し、8点満点で平均点が7.2点であった。参加者は内容を適切に理解しているものと思われる。別途実施したアンケートの結果も、参考文献に記されている¹⁹⁾。

(2) 横浜市の施工状況把握の事例

もう一つの事例は、4.3(4)の事例でも紹介した、2013年2月12日に、横浜市港湾局の発注したRC製の大型ケーソンの製作現場で行われた第4リフトの施工状況把握に第一著者が参加したケースである(図-12)。この施工状況把握には、監督職員1名を含む横浜市の職員が5名と、第一著者とその研究室の学生2名が参加した。

この工事では、特記仕様書にチェックシートを用いた施工状況把握を行うことが記載されていた。施工状況把握チェックシートは、監督職員から現場代理人に2012年12月の段階で渡されていた。事前打ち合わせにおいて、チェック項目の中で事前に確認しておくべき事項について、現場代理人にヒアリングを行った。また、第一著者が、施工状況把握の意義を、世の中のひび割れ問題や、東北地方の復興道路で建設される構造物の品質確保の事情なども踏まえて簡単に説明した。

施工状況把握は、材料の受入れ試験から開始し、一層目の打込みの中盤まで見た後、現場事務所に戻って施工者のいない状況で意見交換を行った。その後、このケーソンの既設の1~3リフトのコンクリート表面の目視評価²³⁾を行った。コンクリート表面の状態はおおむね良好であったが、第一著者が唯一気になったのは、既設リフトとの打継ぎ近傍に気泡や砂すじが見られる傾向にあったことである。4.3(4)の事例でも紹介したように、高い位置からコンクリートを落下



図-12 横浜市のケーソン製作現場

させていること等によるものではないかと推察した。

このケーソンのすぐ近くに、前年度に発注・施工された同じ形のケーソンがあったので、目視評価を行ったが、前年度の方が明らかに低い品質であった。同じ作業員が打込みを行ったとのことである。前年度はほぼ同じ工期であったがケーソンの数が多く、突貫工事であったそうである。

目視評価を行った後、再度打込みの現場に戻り、2層目の施工状況把握を行った。各参加者は視点も豊富になっており、より多くのことを観察、考察できたようであった。その後、事務所に戻り、現場代理人も加わってふりかえりを行った。ふりかえりで行われた議論の一部を紹介する。

- ・ 結束線がかぶり内にある箇所がたくさんあった状況を、皆が確認した。
- ・ 2 m程度の落下をさせても材料分離を生じないのはコンクリートのフレッシュ性状が良好だからであろう。
- ・ 一層の高さを85cm程度としているが、施工時間の観点からこの高さでやらせてほしい、と現場代理人は説明した。コンクリートの落下高さに合わせて、構造物の出来上がりに不具合が認められれば施工方法にフィードバックする努力をこれまでも行ってきており、バイブレータを入念にかけることにつながっている、との説明があった。誠実な人柄であり、議論は和やかに進められた。
- ・ 後追いバイブレータのかけ方には、発注者の技術者

からも「感嘆した」との感想があった。

(3) 研修会の効果を高める工夫

施工状況把握の研修会を実施する場合は、その目的に応じて多くの実施形態や工夫が可能と思われる。ここでは、筆者らがこれまでにやってきた研修会の効果を高める工夫のいくつかを紹介する。

a. 目視評価との併用

前節の横浜市での施工状況把握でも紹介したが、目視評価法²³⁾によるコンクリート構造物の表面状態の評価を組み入れると研修の効果が大きいようである²⁶⁾。

打込みの施工状況把握を行うことは重要であるが、その施工の結果、どのような品質が達成されるのかがさらに重要である。目視評価法は非常に簡易に、施工時にコンクリート構造物表面に発生する不具合を、項目別に定量評価する手法である^{23), 27)}。施工状況把握を行う現場の既設リフト等での目視評価を研修のプログラムに盛り込むと、施工方法とその結果の品質との関連を考察することができ、議論を深めることができる。

施工状況把握を行った構造物の目視評価を後日行うことによりさらに理解が深まることは当然である。

b. レディーミクストコンクリート工場の訪問

打込み開始から終了までは時間が十分にある場合が多いため、施工状況把握の途中で現場にレディーミクストコンクリートを供給する工場を訪問することも有意義である。使用されている材料や、工場での品質管理等についてヒアリングを行うことで、現場で打込まれているコンクリートに対する理解が深まることが期待される。

c. 学の適切な関与

技術力・教育力のある学の研究者が適切に関与することも、研修の効果を高めることにつながる。中立的な立場の研究者が関与することで、品質確保のための真摯な議論が活性化することが期待できる。また、発注者の技術者には異動が多く、学の研究者に施工状況把握のノウハウが蓄積されることのメリットも大きいと思われる。

d. ふりかえりの実施

研修会の規模に関わらず、現場での施工状況把握の後にふりかえりを実施することは非常に有意義である。施工状況把握の途中や、ふりかえりの際に施工者との意見交換を協働的な雰囲気の中で行うことも、品質確保を達成するための施工方法について理解を深める効果が非常に大きかった。

特に、施工状況把握の経験の浅い監督職員を対象とした研修においては、ふりかえりにおける意見交換、議論の効果が大きい。

以上、本章では施工状況把握の研修の実例を紹介し、今後、各地域で展開される予定のチェックシートを活用した施工状況把握の参考となるための知見を紹介した。良い仕組みを構築することも重要であるが、構築した仕組みを改善しながら持続することには多くの場合、困難が伴う。ここで紹介した知見がその一助となれば幸いである。

6. 各地域での品質確保への展開

筆者らは、日本コンクリート工学会の「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」(田村隆弘委員長)にて、山口県のひび割れ抑制システムの分析・改善や、本論文の主題である施工状況把握についての分析を行ってきた²⁸⁾。委員会の活動期間中(2011~2012年度)に、ひび割れ抑制システムの有効性に共鳴した横浜市や西日本旅客鉄道株式会社(以下、JR西日本)の委員と連携して、チェックシートを活用した施工状況把握の試行を開始している。ここでは、横浜市、JR西日本、東北地方の復興道路、青森河川国道事務所での試行の状況について紹介する。

6.1 横浜市での試行²⁹⁾

横浜市では、職員の技術力向上が重要課題の一つと認識されており、土木構造物の主要材料であるコンクリートに着目して、2009年度から庁内に検討WGを立ち上げ、2010年度から「コンクリートフェロー/マスター研修」を開始していた。1年目の基礎コース修了生にコンクリートフェロー、2年目の上級コース修了生にコンクリートマスターという呼称を付けて、庁内

の局組織の枠を越えてコンクリート技術のアドバイザーの役割を担う制度としている。この研修において、第一著者が山口県のひび割れ抑制システムの内容を紹介したことが、施工状況把握の試行につながっている。2011年度にコンクリートマスターの研修が始動し、2012年度末で53人のマスターが養成されている。

2012年度に、コンクリート構造物の品質確保の試行工事を3件設定し、1件の工事の特記仕様書に施工把握状況チェックシートの使用が記載された。5.2(2)で紹介したケーソンの製作現場である。4章で紹介した調整池の現場も試行工事の対象である。

試行工事では、コンクリートフェロー、コンクリートマスターが施工状況把握に参加できる仕組みとした。公共工事が減少していた中で、職場を越えて現場を共有することができるとともに、コンクリートマスターに打込み現場の経験をより多く蓄積することで、技術の集中と継承に資することを狙いとしている。

第一著者は試行工事の現場で3回の施工状況把握を経験し、そのうち2013年9月20日には、第四著者を含む3名の復興道路のコンクリート構造物の品質確保に関係する大学研究者とともに施工状況把握を実施した。産官学の協働システムを構築し、活性化していくために学が担うべき役割やノウハウがあると考えており、それを現場で実践的に共有することを目的とした。

横浜市において、試行工事のさらなる展開、コンクリートフェロー・マスターへの技術の蓄積、局を越えて活躍できる仕組みの構築、施工記録の適切な活用、維持管理への応用などの継続的な産官学協働の取組みとなることが期待される。

6.2 JR西日本での試行³⁰⁾

JR西日本では1999年に発生した山陽新幹線コンクリート片剥落事故を契機に、コンクリート施工の品質管理を見直し、2001年に新たに「品質管理マニュアル」を制定した。このマニュアルは工事種別ごとに管理項目、頻度、記録方法や様式などを具体的に示すとともに、構造物ごとの施工管理基準値、工事完成までに実施する非破壊検査、建設初期に発生した不具合に対する措置、供用開始にあたって行う初回検査など、建設

段階で実施する品質管理全般をとりまとめたものである。施工者はこれに忠実に従って記録を残し、発注者は記録に不備がないか工事完成前に確認を行うこととしている。マニュアル制定初期においては、記録内容の多さやそれに伴うデータ整理の煩雑さなどから戸惑いも生じたが、経験の蓄積を経て逐次マニュアルの改善を行った結果、現時点では確実に定着しており、施工品質の向上に対する意識も格段に向上しているといえる。

2010年7月に発生した山口県の豪雨災害により、JR西日本の美祢線第3厚狭川橋りょうが流出し、山口県との協定工事により復旧することとなった。JR西日本の技術者たちは、山口県の品質確保の取り組みに接することで、品質管理マニュアルでは網羅できていないコンクリート施工の丁寧さに目を向けることの重要性、設計段階からひび割れや不具合発生要因を排除することの必要性に気付くこととなった。従来は、品質管理マニュアルに忠実に従い、施工者が作成した施工記録を確認することで半ば機械的に品質を確認してきたが、これに伴って発注者が現場において直接目で見て施工や品質の良し悪しを判断する機会を徐々に失い、結果的に技術力の低下を招いている懸念もある。施工状況把握チェックシートが、見る目を持つ技術者の育成に効果的なツールであると認識され、試行工事に用いられることとなった。

施工状況確認を実施することで直接的に品質改善効果が期待できるほか、チェックによるけん制機能による施工者の意識の高まりや、監督職員の見る目を養う教育効果が期待されている。2013年度より建設工部門の各現場事務所において、主として社員の技術教育を目的としてチェックシートの水平展開が開始されている。

6.3 復興道路の品質確保への活用

東日本大震災後の東北地方の復興を力強く支えるための三陸沿岸道路(復興道路)と、その復興を支援するための内陸から沿岸部を東西に結ぶ復興支援道路の建設が急ピッチで行われている。構造物が建設される多くの地域で凍結防止剤を大量散布するため、構造物

にとっては非常に厳しい環境であり、供用中の過去に建設された構造物の劣化は著しい。

この環境作用の厳しい地域に、ひと・もの・時間の制約条件が大きい中、100年以上機能する構造物群を建設することは非常に困難である。国土交通省の東北地方整備局は、既設構造物の劣化状況の分析に基づいて、水廻りを含めた設計面での対応、ジョイント部への配慮、凍害抵抗性を向上させるための空気量の確保、PC橋梁箱桁の上床版等への防食鉄筋の使用などの検討を進めてきている。これらの検討と合わせて、コンクリート構造物の表層品質の緻密性の確保を達成するため、施工状況把握チェックシートと目視評価法の活用を検討している³¹⁾。

復興道路においては、とにかく簡易でコンクリート構造物の品質確保に有効な手法が必要である。2013年度に、施工状況把握チェックシートと目視評価法を行う試行工事が開始された。本論文では施工状況把握チェックシートの詳細な説明を行っているが、目視評価法の本質も似通っており、仮に構造物の表面に不具合が生じた場合でも、その原因を監督職員、施工者が前向きな改善の議論を「協働」で行うことのできる雰囲気醸成するマネジメントのツールとして期待されている³²⁾。

復興道路においては、施工状況把握チェックシートと目視評価法を二本柱としたPDCAシステムの構築を目指したチャレンジが始まっている(図-13)。コンクリートの施工記録を適切にデータベース化し、緻密な表層品質を達成するために施工計画、コンクリート配合等に適切にフィードバックが行われるよう、産官学協働の取組みが活性化することが期待される。

6.4 青森河川国道事務所での試行

青森県内では、橋梁長寿命化を目的とした産官学の連携組織である「青い森の橋ネットワーク」が2012年5月より活動している³³⁾。このネットワークでは、橋梁の維持管理や詳細調査、長寿命化、耐久性に関する定期的な勉強会を開催しており、山口県のひび割れ抑制システムについても情報提供を重ねてきた。また、2013年度からの東北地方整備局における復興道路の品

復興道路における産官学の協働PDCAシステム構築

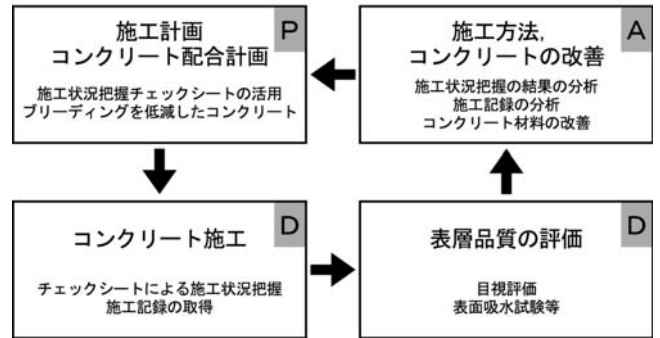


図-13 復興道路のコンクリート構造物の品質確保のためのPDCAシステム

質確保の機運の高まりとも呼応し、青森河川国道事務所管内の上北天間林道路(青森県上北郡六戸町から七戸町に至る高規格幹線道路)において施工状況把握を試行する運びとなった。

まず、施工状況把握を試行・導入する目的を明確にするため、4年程度以内に同道路で施工されたコンクリート構造物(ボックスカルバート3基、橋梁下部工3基)の目視評価²³⁾、表層透気試験¹³⁾等を実施し、表層品質を定量的に評価した。その結果、それらの構造物では、表面気泡と打重ね線に関する目視評価の結果が低いことや、型枠存置期間の延長等による養生の有意性が認められた。特に打重ね線については、経年の乾燥収縮により、ひび割れに進展している部分も確認された。これらの予備調査の結果を受け、施工状況把握の試行工事において産官学による事前打合せを行い、丁寧なコンクリートの打込み・締固めの実現、ブリーディングの抑制あるいは施工時の確実なブリーディング処理等に対する認識を共有した。

試行対象工事における打込みは2013年12月~2014年2月であり、寒中コンクリートによる施工が予定された。そのため、図-2の施工状況把握チェックシートをベースに、寒中コンクリート用のチェックシートを検討した。チェック項目の検討に当たっては、土木学会コンクリート標準示方書²⁰⁾を参考に、発注者はもとより青森県内の建設会社、建設コンサルタント、レディーミクストコンクリート製造会社に寒中コンクリートの施工時の具体的な留意点や対策についてヒアリングを行い、反映させた。



図-14 雪囲いによる寒中コンクリートの施工状況

寒中コンクリートの施工においては、初期凍害の防止やコンクリートが急冷されない等の配慮が重要である。しかしながら、追加したチェック項目は、外気温の程度や施工方法等の現場状況により不要な場合もあると思われる、今後も試行と議論を重ね、寒中コンクリート用の施工状況把握チェックシートの確立を目指したい。

第一回の施工状況把握は、2013年12月5日に第四著者が中心となり上北天間林道路の橋台にて実施された(図-14)。第四著者は、事前に2013年8月に山口県、同9月20日に横浜市で6.1で紹介した施工状況把握を体験し、施工現場に臨場した際の学の役割についても研修を受けている。9月20日の横浜市での施工状況把握は他の地域で施工状況把握を展開する上で貴重な研修プログラムとして機能したといえる。

2013年12月5日の第一回施工状況把握は、東北地方整備局道路部道路工事課の立会いのもと実施し、地域の課題・ニーズについて情報共有するとともに意見交換を行い、今後の展開を見据えた機会としても活用した。

監督職員には構造物の品質を確保するための適切な技術力に加え、施工者と技術的・建設的なコミュニケーションを構築する能力が必要である。しかし、監督業務の多様化と増加の中で、現場に臨場する機会の減少に伴い、監督職員の技術力が低下する状況にある。この状況において、監督職員を技術面で支援し、施工者との橋渡し機能を担える学の役割への期待は大きいと

考えられる。換言すれば、学には産と官のコミュニケーションを活性化・円滑化させるためのマネジメント能力が不可欠となり、それにより品質確保に向けた産官学の協働の仕組みが機能することになる。よって、学の品質確保マネジメントに関する研修プログラムをさらに充実させ体系化することも今後の課題といえる。

青森河川国道事務所においても、施工後、脱型時に構造物表面の目視評価²³⁾や表層透気試験¹³⁾を行い、その結果を踏まえて次のコンクリート工事の改善・対策を進めるPDCAサイクルを試行している。その場合、施工者の技術力に応じて同一現場においても複数回にわたる臨場が求められ、現状の工事監督の仕組みにおいては監督職員の負担が極めて大きく困難を伴うものとなる。したがって、工事監督支援業務を受注している技術者も含めて、建設業は一品受注生産でありあらかじめ品質確認ができないとの認識に立ち、さらに発注者・施工者相互の技術力を過信せず、継続的な品質確保のための把握体制の再構築が望まれる。

7. まとめ

本研究では、施工の影響を受けやすいコンクリート構造物の品質を確保することの難しさと重要性を、社会状況も踏まえた上で論じ、山口県のひび割れ抑制システムで開発された施工状況把握チェックシートにより品質確保が達成され、監督職員と施工者の協働的な関係が構築される仕組みを具体的な事例を交えて論じた。以下に、本研究で論じた要点をまとめる。

(1) 監督行為の中で形骸化しやすい施工状況把握の充実を通じて発注者の技術力(スキル)と意欲(マインド)が向上し、産官学の協働体制の構築とともに、コンクリート構造物の品質確保が達成されるよう、現状の改善が必要と考える。

(2) 山口県が構築し2007年度より運用しているひび割れ抑制システムでは、施工の基本事項の遵守を達成することがシステムの根幹であり、27のチェック項目を1枚にまとめた施工状況把握チェックシートの役割

が大きかった。施工の基本事項の遵守により、温度ひび割れの低減に加え、かぶりコンクリートの緻密化が確認された。

(3) 施工状況把握チェックシートには、施工者の適切な施工計画の作成、適切な事前準備、施工における創意工夫を促す効果がある。一方で、監督職員に対しては、施工状況把握の明確な視点を与えるだけでなく、チェック項目にあえて曖昧な表現を持たせることにより深い考察を促す効果もあり、施工者との協働的な対話が活性化する可能性がある。

(4) チェックシートを用いた施工状況把握の意義を適切に伝えるためには、研修会の実施が有意義である。施工状況把握の研修に併せて、目視評価の研修を行うことで研修の効果が増すことを事例によって示した。

(5) 施工状況把握チェックシートは、横浜市、JR西日本、東北地方の復興道路、青森河川国道事務所で構造物の品質確保や技術力の向上のために活用、応用されており、コンクリート構造物の品質確保のために示方書と現場を結ぶ仕掛けとして貢献している。

なお、本研究で論じた施工状況把握チェックシートの本質は、コンクリート構造物の品質確保に留まらず、協働で行うべき多くの仕事に適用できるものであると考えている。

【参考文献】

- 1) 国重典宏, 田村隆弘, 二宮 純, 森岡弘道: 山口県における「コンクリートひび割れ抑制システム」について, コンクリート工学, Vol.49, pp.91-95, 2011.
- 2) 細田 暁, 田村隆弘, 二宮 純: 山口県のひび割れ抑制システムによる各プレーヤーの技術力の向上, 土木技術, 67巻 10号, pp.33-38, 2012.
- 3) 日本コンクリート工学会: 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報告書・シンポジウム論文集, WG1報告書, pp.3-35, 2013.
- 4) 木下誠也: 公共調達研究, 5. 企業評価制度, pp.178-228, 日刊建設工業新聞社, 2012.

- 5) 建設省大臣官房技術調査室: 公共工事の品質に関する委員会報告書, 全日本建設技術協会, 1996.
- 6) 木下誠也: 公共調達研究, 7. 公共事業調達改革の道筋, pp.260-261, 日刊建設工業新聞社, 2012.
- 7) 大石久和: 日本人はなぜ大災害を受け止めることができるのか, p.178, 海竜社, 2011.
- 8) 國島正彦: 公共工事システムの将来像, 会計検査研究第12号, 1995.
- 9) 吉田徳次郎: 第3次改著 鉄筋コンクリート設計方法, 養賢堂, p.8, 1958.
- 10) 吉田徳次郎: 第3次改著 鉄筋コンクリート設計方法, 養賢堂, pp.6-7, 1958.
- 11) 日本コンクリート工学会: コンクリート基本技術調査委員会・不具合補修WG報告書, 2012.
- 12) 土木学会: 構造物表面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(335委員会)成果報告書およびシンポジウム講演概要集, コンクリート技術シリーズ, No.80, 2008.
- 13) 土木学会: 構造物表層のコンクリート品質と耐久性能検証システム小委員会第二期(335委員会)成果報告書およびシンポジウム講演概要集, コンクリート技術シリーズ, No.97, 2012.
- 14) 国土交通省通達: 土木コンクリート構造物の品質確保について(国官技第61号, 平成13年3月29日), 2001.
- 15) 細田 暁, 二宮 純, 田村隆弘, 林 和彦: ひび割れ抑制システムによるコンクリート構造物のひび割れ低減と表層品質の向上, 土木学会論文集E2, Vol.70, No.4, pp.336-355, 2014.
- 16) 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.
- 17) 吉田早智子, 細田 暁, 林 和彦, 内田晃一: 表面吸水試験および透気試験による山口県の構造物の表層品質評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.1823-1828, 2011.
- 18) 土木学会: 2012年制定 コンクリート標準示方書改訂資料-基本原則編・設計編・施工編-, pp.357-359, 2013.
- 19) 森岡弘道, 二宮 純, 細田 暁, 田村隆弘: 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, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, pp.1327-1332, 2013.
- 20) 土木学会: 2012年制定 コンクリート標準示方書 [施工編: 施工標準], pp.114, 2013.
- 21) 吉田徳次郎: 第3次改著 鉄筋コンクリート設計方法, 養賢堂, p.41, 1958.
- 22) 吉田徳次郎: 第3次改著 鉄筋コンクリート設計方法, 養賢堂, p.74, 1958.

- 23) 細田 暁, 坂田 昇, 田村隆弘, 二宮 純: 目視評価を活用した山口県のひび割れ抑制システムによる表層品質向上の分析, コンクリート工学年次論文集, Vol. 35, No. 1, pp.1837-1842, 2013.
- 24) 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.html>
- 25) 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.
- 26) 森岡弘道, 二宮 純, 細田 暁, 田村隆弘: チェックシートを活用した施工状況把握の品質確保の効果の検証, 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シンポジウム論文集, pp. 3-35, 日本コンクリート工学会, pp.33-37, 2013.
- 27) 坂田 昇, 渡邊賢三, 細田 暁: コンクリート構造物の品質向上と表層品質評価手法, コンクリート工学, Vol.50, No. 7, pp.601-606, 2012.
- 28) 日本コンクリート工学会: 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報告書・シンポジウム論文集, 2013.
- 29) 日本コンクリート工学会: 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報告書・シンポジウム論文集, WG1報告書, pp.75-84, 2013.
- 30) 日本コンクリート工学会: 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報告書・シンポジウム論文集, WG1報告書, pp.85-87, 2013.
- 31) 日経コンストラクション: 「強度=耐久性ではない」, pp.64-69, 2013年8月26日号, 2013.
- 32) 細田 暁: 目視評価法を活用したコンクリート構造物の品質向上マネジメント, 建設物価(2014.2月号), pp.10-15, 2014.
- 33) 長谷川 明, 阿波 稔, 上原子 晶久, 佐々木 正昭: 青森県の橋梁長寿命化への取組, プレストレストコンクリート, Vol.55, No. 6, pp.18-23, 2013.
- 34) 阿部 允: 実践 土木構造物 メンテナンスの知恵, pp.103-104, 日経BP社, 2012.