

土木学会平成29年度全国大会  
研究討論会 研-09 資料

# コンクリート構造物の 品質・耐久性確保マネジメントシステム の社会実装

—長持ちするインフラづくりと人財育成—

座長	細田 暁	横浜国立大学
話題提供者	田村 隆弘	徳山工業高等専門学校
	河野 広隆	京都大学
	岩城 一郎	日本大学
	佐藤 和徳	日本大学（元国土交通省）
	二宮 純	西日本高速道路エンジニアリング中国
	坂田 昇	鹿島建設

日	時	平成29年9月11日（月）13:00～15:00
場	所	九州大学伊都キャンパス
教	室	センター2号館2404

コンクリート委員会・建設マネジメント委員会



## 【研究討論会の趣旨】

2016年度の土木学会重点研究課題として、「コンクリート構造物の品質・耐久性確保マネジメント研究小委員会（229委員会）」が1年間の活動を行い、2017年7月28日（金）に委員会報告書を発刊し、成果報告会を行いました。

この委員会の目的は、我が国の多様な環境条件で供用されるコンクリート構造物が、長期に渡って求められる性能を発揮するための耐久設計と施工時の品質確保が達成され、その過程で人材が育成されるシステムを構築するための実践的な議論と分析を行い、可能なことから社会実装することでした。コンクリート委員会、建設マネジメント委員会、土木情報学委員会、教育企画・人材育成委員会が連携する形で活動しました。

この研究討論会では、229委員会の中核メンバーがパネルディスカッション形式で、わが国の多様で過酷な環境において長持ちするコンクリートをつくるシステムのあり方と、人材育成の方向性について議論します。

なお、229委員会の活動の一環として、2017年5月8日（月）に、「品質確保・耐久性確保を推進していく上でマネジメント的課題に関する座談会」を土木学会講堂で開催し、その原稿を委員会報告書に掲載しました。以下に、座談会の前半部分の主としてコンクリート構造物の品質確保にかかわる議論を掲載します。本日の研究討論会の議論とも関連する内容が文章になっていると思いますので、ご参照ください。

## 参考資料

（5月8日に実施した「品質確保・耐久性確保を推進していく上でマネジメント的課題に関する座談会」の前半部分）

コーディネータ：石田哲也（東京大学）

座談会メンバー：堀田昌英（東京大学）

河野広隆（京都大学）

佐藤和徳（元国土交通省東北地方整備局）

坂田昇（鹿島建設）

田村隆弘（徳山高専）

細田暁（横浜国立大学）

【石田】重点研究課題として、コンクリート構造物の品質・耐久性確保マネジメント研究小委員会（229 委員会）の活動を行ってきたわけですが、マネジメント的な課題についての座談会形式での議論を報告書に含めたいと思っています。この委員会が何を指して活動してきたのか、また今後何をすべきかという点について、本日この 6 名の方々と共に考えて議論していきたいと思います。本日は時間も限られているので、主として 2 つのことについて議論していきたいと思います。前半部分では、コンクリート構造物の品質確保というのはそもそも何で、何を目的として実施すべきなのか、また今後どう進めていくかということが題材です。後半では耐久性確保に重点を置いた議論を行いたいと思います。では最初に、委員会の主たる目的でもある品質確保とは何か、山口県の取組み等を踏まえて、田村先生と細田先生に冒頭でご発言頂きたいと思います。



東京大学  
教授 石田哲也氏

【田村】山口県の取組みは、品質確保というよりまずはひび割れ問題、これが切実な問題になっていたということですね。きっかけは国土交通省の通達ということになりますが、「ひび割れをきちんと調査しておきましょう」という通達が、どんなひび割れも許容しないような極端な取り扱いに変容して、施工側が大変困ったということでした。ふたを開けてみると、ひび割れの意味を発注者も全く分かっておらず、あるいは施工者も分かっていないんじゃないかというような状況があったのですね。発注者も分かっていないというのは、例えば、無筋の構造物、擁壁とか砂防ダムといったものでも「ひび割れが入ったら減点、補修だ。」と、かなり厳しくやり始めたというようなことがあって、施工者側がこれはたまらないということで私の所に相談に来るようなこともありました。山口県の面白かったのは、じゃあなんとかしようじゃないか、と発注者が考え始めたという事ですね。発注者と施工者のそれぞれから私の方に相談があったので、「では、一緒に考えましょう」と。考えていくとひび割れには原因があって、何とかするという話まで展開していきますが、そういった中でどうしたら無害なひび割れにまで持っていけるかというように盛り上がっていきましてね。結果的にそのように持っていく仕掛け、つまりシステムができていきました。その延長線上に、「今度はひび割れに留まらず、品質を良くしようじゃないか。」という話に発展し、品質を良くするには鉄筋のかぶりをきちんと確保するとか、水周りをしっかり考えるというようなことが必要という話になっていきました。ですので、品質確保というのは私もいまだに難しい話と思っていますが、山口県では、最初から「品質確保が大切！」みたいな入り方はしていないということですね。最初から品質確保という入り方をしたら、まず品質確保とは何か、というところから入っていかなくてはならなくて、多分なかなか前に進まなかったと思いますね。ひび割れというわかりやすいきっかけがそこにあり、そして今



徳山工業高等専門学校  
教授 田村隆弘氏

日の山口県の仕掛けになっていったというような実態があります。

【細田】今のお話を受けて少し補足します。田村先生もいきなり品質確保というと捉えにくいと言われた理由の一つは、品質というのは定量化できるものもありますが、定量化しにくいものもある、ということが根幹にあるような気がします。品質確保とは何かというと、コンクリート構造物に期待される性能、すなわち要求性能が発揮されるために必要な、構造物が備えるべき品質を確保することだと思います。耐久性に関する品質確保の議論は容易ではありませんが、例えばかぶりをしっかり確保するとか、ひび割れも私は品質だと思っていますが、性能を発揮できる無害な範囲に収める、というようなことだと思います。そして、なぜかぶりが確保されないような構造物が全国で大量生産されたのか、実態として問題があると思います。なぜかぶりが確保できなかったかということだけでも十分議論になると思いますが、そういう実態があるので、そもそも私たちの取組みが何のためかということ、品質が確保できていないからやっているだけです。その一つの切り口が山口県のひび割れだったのでしょうし、今は少し定量化しにくい表層品質の緻密さですとか、そういうところも東北ではチャレンジが始まっています。構造物のひび割れが品質という考え方は誤解を受けるとは思いますが、私はそう思っています。美観が一番わかりやすいと思いますが、0.3mm を超えると美観の観点でアウトという照査をしているところもあると思いますが、私も構造物に発生するひび割れはとりあえず一旦品質と捉えておいて、性能と切り分けるほうが整理しやすいかなと思っています。東北地整でつくったひび割れ抑制の参考資料は、性能という言葉をほとんど出さずに、とりあえず品質確保の一連の中の一行為であると整理されたと私は認識しております。

【石田】冒頭から、非常に重要な論点が出てきました。その品質確保の前に、まずはひび割れという目に見えるものをきっかけとして、品質確保の取組みが始まった、というのは理解しやすく納得するところです。一方で、ひび割れと品質の関係をどのように捉えるべきなのか、という点は色々議論があると思います。そのあたりについて、河野先生からコメントをお願いします。

【河野】今うかがった中でも論点がいくつかあって、まずは品質というのは何かという問題提起がありました。これは最初にはっきりしておきたいと思っています。散々土木学会でも議論してきて、仕様 (Specification)、性能 (Performance)、品質 (Quality)、これらはどう違うかという議論はずいぶんしました。未だにはっきりしない面もありますが、大体落ち着いてきているところを説明します。性能というのはあくまでも構造物をつくる前の段階で、設計で決定できるものを性能と言い、例えば耐震性能や耐久性能というものです。設計図を渡した段階で、設計図通り作ればその構造物が求められる性能を満たしますよ、ということです。品質というのは、設計の後



横浜国立大学  
准教授 細田暁氏



京都大学  
教授 河野広隆氏

に造る段階があって、造る過程で求められるものです。なぜ、土木構造物の場合、品質と性能が非常に分かりづらいかというと、土木構造物が一品生産で、そこでは性能と品質が分けづらいのですよね。一品生産なので、一つの構造物を見てこれが性能でこれが品質と中々区別しにくいので、議論しているとわからなくなるのですね。例えば車について考えると、車の排気量 2000cc というのは仕様（スペック）です。その 2000cc の車から 100 馬力出ると、これは性能です。そして実際の車で 105 馬力出るものもあれば 95 馬力しか出ないものもあり、それは性能+品質の、結局トータルの品質ですね。エンドユーザーにとっては品質であろうと性能であろうと一緒に、品質といって整理したほうが分かりやすいと思います。昔はアメリカの車では、月曜日に作った車は品質が悪いから買うなというような話もありました。月曜日に作った車も、火曜日に作った車も本来持っている性能は設計図や材料が一緒であれば一緒のはずですね。しかし品質は明らかに違う。土木構造物の場合は一つしか同じものを造れないので、そういう比較ができないので、品質と性能が非常に分かりづらくなります。今は土木学会標準示方書も、鉄道の設計標準も、改訂中の道路橋示方書なども、耐久性に関しては明確に 100 年持たせようと、そういう性能を設定して設計しています。公共構造物の場合に必要なのはとにかく、設定した性能以上の性能を発揮できることが品質確保だと思います。そうすればかなりの方にわかっていただけたと思います。

【細田】まったく同じように思います。

【石田】その時にひび割れというものをどう捉えるかというのは非常に難しいのではないのでしょうか。有害なひび割れ、無害なひび割れとは一体何かといった議論がありますが、同じひび割れでも供用される環境によっては有害にも無害にもなりえます。構造物に要求される性能に応じて決まる話であって、品質の指標としてひび割れがどのようにリンクするのかというところに行くと難しいポイントがあるのではないのでしょうか。それが 0.2mm 以上のひび割れについて記録を取るべきという通達が、いつのまにか品質の指標として勘違いされてしまう事例があったことにつながる話なのかなと思います。

【河野】我々が構造物に美観を除いて本来求めるのは耐久性です。例えば道路橋だと、100 年持ってくれば、多少ひび割れがあってもいいんです。しかし、構造物を 100 年持たせるために、環境条件に応じたひび割れ幅を設定できるのかということと、そのひび割れ幅以下に実際の施工でコントロールできるのか、その辺りが非常に難しいのです。そこで、とにかく 0.2mm 以上のひび割れを出ないようにしたらほとんどの場所は安全・安心というのが今の状況だと思います。発注者が今なぜひび割れを非常に懸念して、なくすようにと掛け声をかけているかというと、耐久性とひび割れ幅の関係について十分な情報を持っていないので、ひび割れ幅をある意味でみなし規定の品質指標としているのです。だからひび割れが問題になっていて、ひび割れに関しては関心が高いということになっていると思います。

【細田】序盤で論点を広げさせていただきますと、品質が確保されればそれでよいのかと私は思っています。もちろん品質が確保されることは当然大事ですが、例えばの話ですが、ものすごく検査を厳しくして、監視カメラをつけて、性悪的に品質確保を達成出来ればよいという人もいるでしょうが、私はそうは思っていません。品質は確保されるべきですが、それに加えて持続可

能な人財育成や、仕事をやるからにはひび割れでいじめられるのではなく、皆が育っていくような甲乙関係になるとか、産官学で協働で新しい流れを作るとか、そういうことも含んだ品質確保であるべきだと私は思っています。今日はその辺りも色々と議論できればと。

【石田】ひび割れというのが、皆が頑張るモチベーションとして、なくす方向で力を合わせるのであればすごく良いのですが、それがいつの間にかひび割れをめぐってお互いが喧嘩し始めるといった不毛な争いが始まると良くない。本来はひび割れが入っても問題が無い場所なのに、思考停止をして目の前のひび割れについて争うというのが良くないということですね。

【細田】その通りです。指標としては使いやすいと思います。ひび割れ幅を測るのは実は難しいのですが、とにかく目に見えるし、上手く使えばよい指標だと私は思います。その辺りを今日は議論できればと思います。

【河野】品質が確保できればそれでよいのかという話は、マネジメントの話にもなってきますが、契約上は、品質が確保できれば、つまり設計図で示された要求性能が満足できていれば大丈夫です。ただし、そのプラス $\alpha$ の品質は当然上げたほうが良く、マネジメントの話になります。それをどう上げていくか、どれくらいお金がかかるか、どれくらい努力をするか、あるいはそれをどのように評価していくか、そういった話は当然議論したほうがよいとは思いますが。

【細田】田村先生、ぜひ、ひび割れでがっかりして辞めていった若者のお話を。頑張った人が報われないというのは最悪でしょう。

【田村】今は素晴らしいシステムを構築して運用している山口県でも、以前はそういう努力が報われない仕組みだったんですね。私の研究室まで来てひび割れを勉強した施工者がいました。彼の施工する砂防ダムというのがひび割れという点ではすごく難しく、既設のリフトにしばらく時間が経って打ち継ぐとひび割れが入ることは十分に理解し、発注者にも事前に説明した上で施工しました。やはりひび割れが入って、その当時のルールだと事前にいくら努力しても評価されないということだったので、当時私のところで勉強したその若い技術者は気持ちが持たない、土木業界に未来が見えないと言うことで、だいぶストレスを溜めた上で業界を変えました。結婚して子供も出来てという家庭の事情もあったのでしょうけど、残念な例でした。

【石田】坂田さん、そういった施工者側の観点からコメントはありますか？

【坂田】私が思うのは、設計と施工があって、施工者は設計者の定めた性能を達成するために努力しますが、結局その品質は施工と生コンによってなるものであって、全部がリンクしていないとダメだということです。実際の現場はオーダーメイドで、それぞれ条件が違います。夏に打つ場合もあれば冬に打つ場合もあるし、構造物によって配筋も違います。そういう条件下で打ち込んで、構造物の性能が満足できるようなものを造らなければいけないときに、上流側でそのような条件をしっかりと考慮されていない現状があります。施工者が努力するのが当然だということになってはいますが、そこまで意識が高くないと中々耐久性の高いものが造れていないのかな



鹿島建設  
坂田昇氏

と。コンクリートについても JIS の規格は基本的には強度とスランプしか規定していないので、施工性に本当にマッチしたものが JIS として規定されているのかと思います。我々が教科書で習ったのが、最適細骨材率を決めて、セメント量・水が一番少ないものが良いということです。それはコスト的にもセメントが減るから良いと習ってきましたが、施工性から言わせるととんでもない話で、かつ非常に微妙なところですよ。例えば、若干でも配合が変動したらロッキングを起こしてしまうような配合もあります。細骨材率を少しあげて、セメントも少し増やして、施工性に若干余裕を持ったコンクリートというのが本来、一番施工にマッチしているものだと思います。そのために少し単位水量が増えるくらいでは耐久性は変わりません。言ってみれば施工に対して思いやりのあるコンクリートになっていない現状があるというのが私達、施工者側から見た感覚です。コンクリートの場合、他の製品と違って、設計する人と、施工する人と、材料を供給する人が全部別々なんですね。これがメーカーさんであれば全部一緒なんですよ。コンクリート構造物の場合各プロセスで会社も違うしスタンスも違う、その全体系をすべて発注者が管理するということになっているんです。その辺りがこの問題の根幹かなと。

【堀田】もともと品質確保とは何かという話なんですけど、品質は何かというのは皆さんのお話ですごく分かりましたし、品質と仕様と要求性能の関係が分かったと思います。気になるのは堀田さんの話にも関係しますが、確保とは何なのかということです。確保するというのはどういう行為なのか、どういうことをするのが確保することなのか。品質には見える部分と見えない部分というのがあるわけで、それでみなし規定みたいなのが出てくるわけです。先ほど細田先生がおっしゃったことはすごく良い例だと思いますが、じゃあ品質確保するときはずっとカメラで撮るのかということそれはプロセス管理であり、それによって品質を確保しようとしている。



東京大学  
教授 堀田昌英氏

一方で、ひび割れが良い指標になるという話がありましたが、それはプロセスじゃなくて結果ですよ。ですので、品質を確保する方法として、プロセスを確かめる方法と、結果を確かめる方法があると思いますが、やはり一品物の難しさというのは、ある性能以上の水準が達成されているかというのがその構造物自体によって確かめることは通常できないので、結果として出ているほかの指標を使わなければいけないことがあると思います。そこが一つ難しさかなと思います。

【河野】その点は、これまで土木学会の示方書などで一生懸命検討してきたという経緯があると思います。例えば耐荷性というのは割と簡単に分かると思います。模型を作って壊せば実物の推定が大体付くと。問題は耐久性で、我々は 40 年前は何が耐久性かすらを知らなかったんですね。凍結融解が耐久性だとほとんどの人は思っていた。凍結融解さえ満足していれば耐久性が確保できるというのが 40 年前のメンテナンスフリーの世界です。ただ、たくさん造ってきて、だんだん色んなことが分かってきました。かぶりが少なければ中性化で壊れるし、塩が入っていれば塩害で壊れる。そういうのが分かってきたら我々も様々な方策を立てて、塩分量を抑えたり、あ

るいはかぶり確保のためにスペーサを一平米に何個置くとか、などをやってきました。スペーサを2個あるいは4個入れるというのはかぶりを確保するための一つの方策で、スペーサがきちんと入っているということを検査すればそれはかぶりが確保できるという一つのみなし検査になります。目に見えない評価しにくい品質評価に関しては、塩分量だったり、かぶりの確保のスペーサ量だったり、我々はみなしの規定を今までたくさん作ってきています。

【坂田】様々な対策が耐久性のためになされてきた現在においても、実際はとんでもないものが出来てくるということは、私は設計から施工への渡しがしっかりと出来ていないからだと思います。いくら設計でかぶりを10cmにしましょうと言ったところで、施工で5cmになっていけば、当然早期に劣化します。しっかりと充填されていなければ、水セメント比が40%のコンクリートになっていないわけで、そこからどんどん劣化因子が入ってくるわけですから問題になります。表面部にしっかりと空気が入っていないとそこが凍結融解でボロボロになります。施工者側から言わせていただくと、設計がしっかりと出来ていたとしても、それをできるような状況で施工側に渡してくれないから、というのが一つ、それと施工者がそのことをよく理解せずに施工しているがゆえに、設計通りに造りきれしていないというのがあります。

【堀田】いずれにせよ施工不良があった場合、今言っているような耐久性の話だと、その瑕疵担保責任とかそういった時間的オーダーで扱えない話をしているわけですね。

【坂田】私は施工不良の話をしていないつもりです。施工不良の場合であれば、それは明らかに未充填を作ったりするわけで論外です。例えば一番簡単な話が空気を寒冷地では5.5%にするなど少しでも増やそうということをしたとしても、施工では施工不良となる未充填部を作りたくないから、かぶり部に一生懸命バイブレータをかけるわけですよ。そうすると空気量が少なくなり、凍結融解抵抗性に劣る構造物となるのです。

【石田】施工不良というよりも、本来のかぶりが確保されていないとか、設計で考えている空気量が実際には実現されていないなど、設計通りに出来ていないものは、本来であれば瑕疵担保に問われるようなものが、耐久性の話は長期間経過しないとわからないので今は問われていないですね、という指摘だと思います。

【石田】話を少し戻しますと、河野先生が冒頭に話をされた性能と品質の話は非常にわかりやすくその通りだと思います。論点としては、色々なみなし規定によって品質を確保しているということがありますが、何をもって品質を評価するというのはすごく大事なことではないでしょうか。そういった背景から、坂田さんと細田先生が開発した目視評価などは、ある意味でPDCAを早く回して、みんなが良いものを作るという方向に回していく、良いスパイラルを実現するというものですね。そういう、品質をどう評価・判定するのかがこれからすごく重要になってくると思います。

【細田】知識が無いというか、無知と呼んでよいかわかりませんが、ひび割れはこれだけ難しい問題なのに、学者も無知でしょうし、施工者だって無知な人もいるだろうし、発注者にもいるだろうし、皆が無知だから色んな問題が起こると思います。なので、無知でもちゃんと回る仕組みを作るというやり方もあると思います。しかし、そうなった時点でエンジニアリングではなくな

と思います。

【河野】違うと思います。無知でもうまく回るようにするのがエンジニアリングとマネジメントの本質だと思います。

【細田】それはそう思います。ですが、目視評価的なものは、無知な人たちでも少しずつ勉強しながら育っていける仕掛けだと思っています。

【坂田】一つ今のお話で思ったのが、我々は竣工検査などの時に、一番の求められる品質が強度なんですよ。それも、構造物の強度は測れないから、結局、特性値としての生コンの呼び強度が例えば  $21\text{N/mm}^2$  だったらその 1.2 倍くらいでばらつきが 8% や 10% だったら良いコンクリートが出来ましたとか、スランプが  $8\pm 1\text{cm}$  に入ったら評定点が上がりますとか、そういう話なんですよ。実際はコンクリート構造物が凍結融解とか塩害に対して耐久性を有するという観点からは、コンクリートがどれだけ密実に作れたかとか、細かい空気がどれくらい入っているかというのが品質のはずなんですよ。ただそれらは測り得ないというか、測りようがない。明確な品質を皆で守ろうということになったら、多分皆がそれに向いて行けるとは思います。コンクリート構造物の品質を決めることが難しく、それを測ることも難しいのが実状だと思います。竣工検査では強度試験、スランプ試験のデータを確認し、出来形の検査では未充填無く、形状・寸法が合っており、かつしっかりと施工したことのプロセス検査に合格すればその構造物は耐久性のあるものと認められます。ただ、2~3 年経ったら凍結融解でボロボロになる、塩害でさびが出る、それで測って見たらかぶりが無かった、空気量が入っていなかったというのが後からわかってくる。打込み前にかぶり検査をしますが、実際に打つときにずれてしまって、というのは誰がどう確認するかということです。打込み前検査は発注者もしくは代理の方がやっているはずですが、スペーサがしっかりくっついていないと、打込み前にかぶりがあったとしても流動圧で流されてしまうこともある。

【河野】土木学会標準示方書の検査の項の辺りにそういったことは書いてありまして、我々が構造物に求めているのが、構造物としての強度であり耐久性であり、そのうちで直接チェックできるものはほとんど無いので、色々なみなし規定でやると書いてあります。構造物の耐荷性はコンクリートの強度と鉄筋の量と位置が分かっているれば大体わかりますね。それから耐久性については水セメント比が重要な訳ですが、これはまた強度でチェックできますね。コンクリートの強度が確保できていて、きちんと施工すれば構造物の耐久性も確保できると、そういう風に書いてあります。またちゃんと施工の状況もチェックするようになっていきますから、ちゃんとした材料を使って、ちゃんとした施工をすれば耐久性が確保できるとなっています。

【坂田】その「ちゃんと」というのが非常に抽象的じゃないですか。

【石田】その「ちゃんと」を「ちゃんと」やるのが目視評価法などではないでしょうか。また、その「ちゃんと」というものの前提が、「ちゃんとした人」がいるというのが前提なのではないでしょうか。

【坂田】そうです。

【石田】加えて先ほど無知と言われましたが、ちゃんとした人がいない時もある程度のもを保

証しなければいけないというのが大事なことだと思います。

【坂田】まさしくそうで、河野先生が言われたように、無知な人でも簡単にできるようなサイクルなり仕組みを作ることが重要ですね。ただ、それが簡単にできないところに大きな問題があると私は思っています。ちゃんとした人がいれば、それはダメだ、という話ができるわけですが、そのような専門的な知識が無い人でもこれだけを見ておけばちゃんとしたものができるというようにはなっていません。今だと強度だけ見ておけば恐らく7~8割は良いものですが、できない場合もある。それを脱却するためのみなし規定なり仕様の簡単なものが中々作れない。

【細田】我々がそのような仕組みを作って、5年10年は回るかもしれませんが、その先は持続可能な発展をするのでしょうか。

【石田】無知というか、最初はわからなかった人も、とっかかりがつかめて、ずっと無知のままいるのではなく、少しずつ成長していくということではないでしょうか。

【細田】そこまで含んだシステムであれば良いと思います。無知な人だけで完結できるような仕組みは持続可能ではないと思います。

【河野】そこはいわゆるマネジメントの世界で、例えば昔みたいに発注者側の技術者が現場に張り付いてずっと見ることは今の時代は無理です。今の品確法の総合評価制度で本当は現場に行かなければいけない技術者もデスクワークばかりしていることが問題で、多少は現場に出るように私も言っています。多少そういう人たちが現場に行き、どうやったらシステムになるかを考えなければいけないですね。これは非常に大事で、総合評価制度が品質向上につながらない一番の原因は、あれは施工に入る前の段階で全てを評価してしまって、施工に入った後のことは評価していないからです。そうするとどれだけ膨張材を入れたかとか、高性能AEを入れたかとかしか評価できないです。本当の作りこみの段階が重要なんですよね。性悪説に立ってガチガチに監視するというシステムは絶対動かないですね。現場にいる人が自らの意思で良くしようというモチベーションがないと絶対良くなりません。良くするためにはいくつか方法があって、コンクリート標準示方書の中に入れたのは、構造物に銘板を入れ、自分の名前が残るようにすれば変なものを作らないようになるというのが一つの方法で、それを採用したところもあります。それから関西地区で品確法の総合評価制度のあり方に関する勉強会をやった時に、2年間議論して国交省に提案したのは、とにかく施工した部分をどう評価するかで、出来栄え評定のような方法ですね。キチッと出来れば点数を高くして、次の入札の時に有利に働くようにします。これは昔やっていた指名競争入札とほぼ同じですね。現場の技術者は適切に評価されて、次のステップに反映されれば、良いものを作る方向に動きます。これこそやはりマネジメントで、そういうことを組み込まないと、発注者だけが目を光らせて、性悪説に立ち一個も違わぬということをやると絶対にうまく行きません。これをどううまく機能させるかですね。これがないと自然と長続きするシステムというのができません。

【細田】先ほど施工不良の話が堀田先生から出ましたが、お化粧して見えなくして検査をパスするんですよね。そのお化粧した近辺を耐久性の観点で非破壊試験などで調べると、すごい悪い数

値が出ると思います。そういうことが横行している時点で、これは施工者だけの原因ではないんですね。場合によっては充填不良が生じやすい設計の問題かもしれません。そこで本当は対話をして、施工しやすい設計にして、というようになるべきですが、多分個人の力では変えられないくらい仕組みがガチガチになっています。

【坂田】JR 東日本はそういった施工不良が出たら一切いじってはダメで補修方法も決まっています、石橋忠良さん達は施工不良のところが一番耐久性が悪くなることをよく知っています。勝手に直して見つかった場合は、相当のペナルティがあるというルールになっていると思います。性悪説ばかりを言っては仕方ないですが、今日はこの本を持ってきました。これは鹿島のコンクリートの初期欠陥を未然に防ぐチェックポイントと解説というもので、かなり細かく書いてあります。我々鹿島として会社として誇りをもって造るものがお客さんから素晴らしいものと褒められることが我々の幸せだと。故意にいい加減な施工をしてトラブルになることはありますけど、ちゃんとやっているつもりでも起こることもあるわけですね。それを如何に無くすかというようなチェックポイントがまとめてあります。1年半に一回くらい新たな情報を入れていますが、それでも品質トラブルは無くなりません。コンクリートはすぐ固まるものであり、造るのがすごく難しいものであって、アクリル板のように見える型枠で打てば別ですが、見えないところに打っているその時が勝負です。

【石田】そのチェックポイントで、鹿島の中で良くなるものはたくさんあると思いますが、施工だけではどうしようもないような設計の話などは、どのような比率でしょうか。

【坂田】それは限界を感じています。昨年、大手4社と前田建設他の施工者側から土木学会コンクリート委員長の前川宏一先生に相談し、生産性も品質も上げられるように示方書に改訂して頂くべくまずはそのための提案を作成するための2種委員会を立ち上げて頂きました。委員長には石橋忠良さん、幹事長には中村光先生になって頂き、素晴らしい提案をまとめて頂きました。設計編の方に例えば簡単な話ではポンプの筒先を挿入するところを作っておくことや、パイプレータが入る鉄筋間隔にしておくなどの当たり前の話も入っています。そういうものを生産性向上と品質向上の両方でうまくやって、設計を変えていただかないと、全部施工側にしわ寄せがきてしまいます。打てないから高流動にするなど、鉄筋を動かさないとポンプの筒先が入らないから便宜的に鉄筋を動かしても良いことにするなど、本来は設計の方でちゃんと施工できるものをもってきて、施工側がそれを請けてやるべきですが、請け負けみたいな形になっていると思います。その思いが今回の提言に書かれています。

【細田】先ほどのお化粧と今の坂田さんの話と関連しますが、10年ちょっと前にJR 東日本の石橋忠良さんから私が働いているときに聞いてなるほどと思った話があります。いわゆる施工不良が起こった時に、お化粧したらバレなくなって合格してしまうから、お化粧すれば良いという話になります。石橋さんがその時言っていたのは、いざ充填不良なり施工不良が起こった時に、本当にその構造物が十分な耐久性を発揮するために行わなければいけない補修方法を研究で明らかにしなさいということでした。ここまでしっかり補修しないと性能は戻らないという方法は、多分ものすごく大変な補修になると思うので、それを学会なり論文で明確にすると、そんな

大変な補修をするんだったら、ちゃんと施工するようにしようという方向に向かうだろう、ということですが。

【堀田】結局悪いことをやっても良いことをやっても自分に跳ね返ってくるようにしないとダメですよ。

【石田】佐藤さんから発注者としてのお考えを聞かせてもらえますか？

【細田】局長表彰の事例など、施工者さんの努力を評価されていましたよね。

【石田】次につながる努力など、東北でのその辺りの話もお願いします。

【佐藤】総合評価の話が先ほど出ましたけど、河野先生がおっしゃっているようなことを私も感じていて、復興道路も山ほど工事を出しますが、例えばトンネルの復興コンクリートの品質向上のようなぼんやりした課題を出してしまうと、養生期間をのばすという提案が出てくる。セントル移動の関係で現状 18 時間ぐらいの養生期間を、1 週間確保出来るように養生台車を 3 台持ってくるという提案が評価されて受注に至ると、次の工事では 28 日間確保出来る提案が出され、次は 91 日間だとだんだんサービス合戦になってしまったりします。東北のように環境が厳しくて、現在の技術基準のままでは品質や耐久性が確保できないということは、発注者が提示している標準案がそもそも不適切なわけです。それなのに総合評価に期待して受注者が現場の実行予算の範囲でできそうなことをして、品質や耐久性確保を図ろうとするのは筋違いなわけです。言葉尻ではありますが品質確保ですから、ある水準以上の品質になっていなければいけない。その指標が良くわからないところが今あると思います。構造物を引き取る方としてはその水準が明確で、なおかつ検査がうまくできるようになっていけば、施工のプロセスは受注者にまかせてもよいと思います。東北の場合だと出来上がった構造物を先生方が色々試験をしてくださって、最新の非破壊試験での調査や目視評価をして、これは良い構造物ですね、という評価になった受注者には局長表彰なり事務所長表彰を出すようにしています。表彰を受けるような工事は当然成績も最高ランクになっているわけです。これはその会社、もしくは技術者〇〇さんともう一度仕事がしたいという、こちらからのメッセージです。次の入札の時には成績が一定以上だと総合評価に加点されますので、当然受注できる確率は上がります。あとは、共通仕様書や色々な示方書に書いてあることを履行することに窮々としているので、発注者としては、本当は何をしたほうが良いのかを議論したり認識したりする人はほとんどいないのではないのでしょうか。例えば人事異動があるので、施工に携わる期間は 2~3 年しかないのです。去年まで全然違う仕事をしていた人が今日すぐに工事の監督をするという話になりますから、ルールに書いてあることをできているかという履行確認するのが精一杯になり、さらにその先を勉強する人もいますが、今の忙しさだと、相当熱意のある人でないと中々できないと思います。東北でやっていた品質確保の仕組みというのは、準備と打込みの日のプロセスをチェックシートでチェックして、脱型したらどんなものができているのかというのを目視評価して、PDCA サ



元国土交通省  
佐藤和徳氏

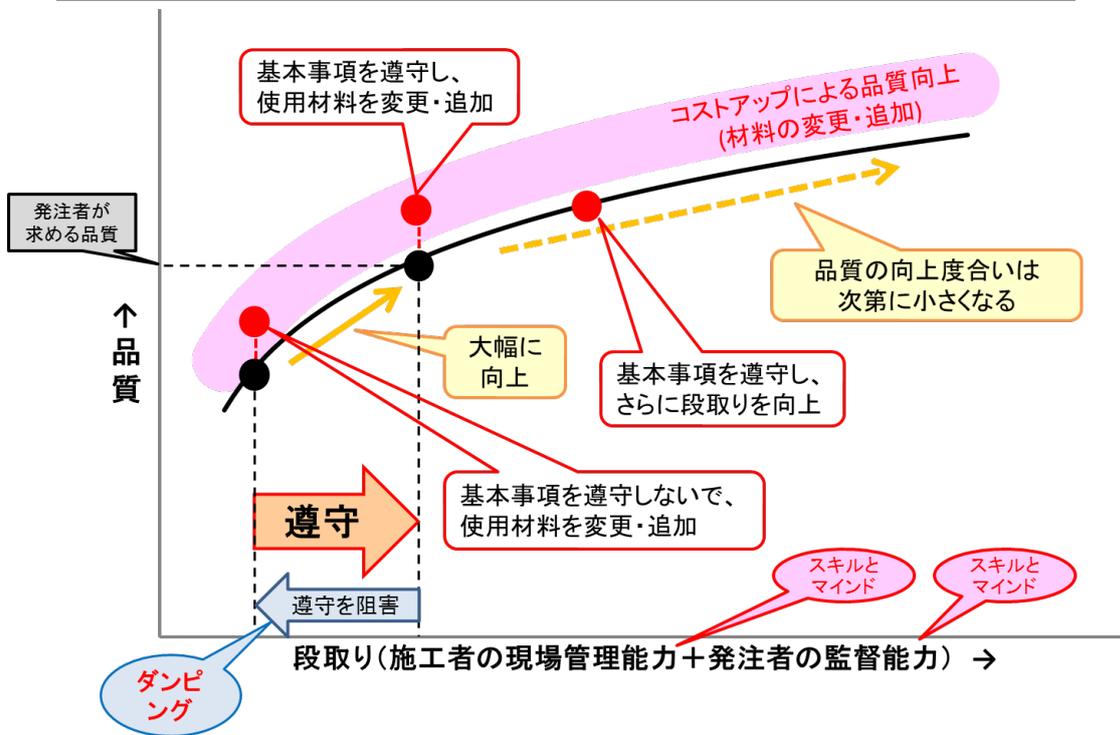
イクルで品質が良くなるようになっていきます。あれも初めて行った人はチェックシートのチェックもできなければ、目視評価の不具合の種類も、これが不具合だったのか、と初めて気付くということもあると思います。ですが次の打込みの時には、チェックシートで何故これをチェックしているのかを段々理解してくると、本人がすごく勉強になるんですね。面白くなってくると立ち合いにも行くようになります。一方、品質にあまり関心を持たない監督員の場合は、受注者に発注者の良いものを作ってほしいという熱意が伝わらないので、悪いものにならなくても、素晴らしい品質のものはできてきません。現在の引き取り基準に厳密な意味で品質は規定されていないので、やはり品質確保の試行工事を出しても、とてつもなく素晴らしいものを作ってくるグループと、以前よりは良いものを作ってくるグループと、相変わらずのものしか出来てこないグループに分かれてしまいます。同じ PDCA を回しているはずですが、でき上がってくるものは違ってきます。それが具体的な引き取り基準になってくると検査が通らないということになるので、それはまた話が変わってくると思いますが、それが今ないということが結局、すごく面白がって一生懸命やって、相当な品質のものを造ってきたりしますが費用もかかるので、構造物一つを作るのにここまで必要なのかという議論が出てきます。品質の良いもの、標準的なものと品質の悪いコンクリートでそれぞれ供試体を作って、凍結融解とか耐久性の試験を東北技術事務所ですべて始めています。品質確保をやる意味と、どのあたりまでやればよいのかということがやはり議論になってきましたね。それは東北の場合だと復興の特例で積算が見積もり活用方式ですから、基本はかかった分だけ払うという仕組みです。例えば標準歩掛で 20 人計上しているところを 30 人かけて品質確保したら 30 人分お金を払うということですから、その 20 人から 30 人にしてどれくらい良くなっているというのはよくわからないのが現状ですね。

【石田】そこはあるところで検証しなければいけませんね。

【佐藤】はい。やっとなんかそういう議論になっていきますが、発注者の関心が、今の規格値が守られているかという最低限のものに目が向いている間は中々良いものがない気がします。

【細田】山口システムをリードしてこられた二宮純さんが以前に品質確保の取組みを説明するために以下の図を作っておられました。縦軸が品質、いわば工事成績評定の点数のようなイメージでも良いですが、横軸に発注者と施工者の段取り力の合計のようなイメージの図です。品質が 80 点くらいまでは比較的効率よく向上できますが、それ以上は手間暇かけてもなかなか品質が上がりにくい領域に入ってきます。どこまでやるかという議論もありましたが、二宮さんからすると 80 点まではそこまで至っていないものもあるのだから、チェックシートなどを活用して底上げしようという話です。そこから先は施工の努力によるべきなのか、それこそ総合評価方式の中で材料をアップグレードして上を目指すなど、論点も明確になると思いました。私たちの取組みでは、80 点まで底上げをまずは行い、品質確保は達成し、底上げした中でトップランナーも出てきますし、その人たちは徹底的に引っ張っていきます。そういうイメージを私自身は持っています。

## 品質確保における「施工の基本事項遵守」の役割のイメージ



【堀田】トップランナーがググっと行ったときの、この世の中に対する価値というのがきちんと共有されるべきだと思います。本当のライフサイクルでみたら、クオリティが高いのかオーバースペックなのか、そこは知らないといけないと思います。

【河野】先ほど、現場に行っていなかった人が現場に行くと、どうやってチェックしたらよいかわからないという話がありました。ただ2~3回だけ見るだけではあれもこれもとなってしまう大変ですが、もう少し回数を重ねるとどこを見るべきかポイントが分かってくる段階に行くと思います。やはり現場を見るというのが重要で、現場を見ずして品質を上げようと思っははいけません。

【坂田】施工の観点で、細田先生とこの前一緒にやらせてもらいました表層品質について、当たり前の話ですが中々面白いことがわかってきました。表面気泡はあると汚い程度の話で、竣工検査で×にはなりません。一生懸命バイブレータをかければかけるほど表面気泡が多くなる。当たり前の話で、表面に空気が集約してしまうのと、ブリーディングも出て、表面気泡ができてしまいます。そうするとバイブレータをかける時間をどんどん短くすると、あるところで表面気泡が無いすごい良いものができます。ただそれは施工者にとって大変リスクで、万が一それが短すぎると未充填や豆板になります。リスクを冒してどこまで評価されるのか、という議論は社内的にしたことがあります。たくさんバイブレータをかけておいて、少しくらい表面気泡があっても未充填を作らないほうが検査を受ける上ではトラブルにならないわけです。微妙なことをやるとトラブルになるリスクがあります。

【河野】エンジニアリングというのは結局、絶対に良いもの、絶対に悪いもの、というようなことをやるのではない。綱引きのように、どこに落ち着くかを見つけるのがエンジニアリングであって、今の話ですとバイブレータのかけ方ですし、あるところではコストのかけ方などだと思います。なので、80%くらいの、ここを求めるのか、ここに落ち着くかというところを見つけること自体もエンジニアリングですね。

【坂田】なので、我々の判断としては、ある程度安全側にしてやろうと、ただ、出来るだけ施工不良をなくすような方向にしようということで、社内のコンセンサスを得ました。

【細田】施工の影響を受けにくいコンクリートにするというものもあると思います。施工でも頑張れば良いですし、その両軸で品質確保にチャレンジしたいです。

【坂田】それこそ石田先生とやらせてもらっている美シートなどは、バイブレータをいっぱいかけても表面気泡ができてにくいとか、簡単に施工できるようにするのはまた別の方向性だと思います。

【石田】これから人手不足ですし、前提条件が変わるのではないのでしょうか。今までの品質確保のやり方ではなく、本当に材料そのものを変えるというのはすごく大事だと思います。

【坂田】だからこそ、高流動コンクリートの活用ということで検討されましたが、結局そこまで踏み込めなくて、流動性を高めたコンクリートで8cmが12cmになんとかかりました。高流動コンクリートにしてしまえば、現場で締固めをする人がいなくなるので、それを一般的に使えるように、という流れの中での疎きですが、あまりにもハードルが高すぎて、まず一步ということで8cmが12cmになりました。確かに高流動になりますと、どこが品質を保証するんだという話になりますよね。8cmや12cmの工事は生コン工場が保証しますが、もし打ち込んだものが充填しなかった場合でも、生コン工場はまず責任は取らないですし、そうすると結局すべて施工者側になりますね。

【細田】別の論点ですが、施工記録というのをきちんとデータベースにして、維持管理に引き継いだり、施工記録のデータベースを活用したりというのはよく言われることですが、中々そこが進みません。その本当の必要性・意味は何なのか、本当に必要だったら皆がやると思いますが、そうでないから中々進んでいない実態があります。この点も議論できればと思います。二宮さんの考察は、ひび割れ問題に関しては、施工記録のデータベースがPDCAを回していくために必須であったということです。だから作ったけど、表層品質や耐久性の問題になった途端にデータベースを作ったからと言ってすぐに機能するわけではなくて、だから皆さんができないのだろうという考察をされています。私はデータベースは必要だと思いますが、そこも後半耐久性のパートで。

【石田】それはPDCAを回すというときに結果が出るのが遅く、つながらないからということでしょうか。

【細田】そうですね。ひび割れ以外にもPDCAが回りやすいものはいくつかあると思っています。

【石田】先ほど佐藤さんがおっしゃった見積もり活用方式で、これだけ努力したものが結局どう

なんだということがつながらないんですね。そういう不確実性がある中で設計があるので、最適というのは一歩間違えると危ないことになるんですよ。



座談会の様子