

# コンクリートのひび割れ抑制に関する 山口県の取り組みについて

山口県のコンクリート構造物品質確保システムをレポートする。このシステムは「日本の土木分野における最高の PDCA システム（細田暁・横浜国大准教授）」と評されるもので、構造物の配筋設計から始まってコンクリートの配合設計や打込み・養生に至るプロセス全体を現場単位で把握、データを蓄積して仕事（＝良いコンクリート構造物を設計する、造る）に反映しようとする取り組みである。

## 1. 県がコンクリートひび割れ対策を検討するに至った経緯

### 1) ひび割れ問題の顕在化

平成13年、国土交通省が「土木コンクリート構造物の品質確保について」を発出し、これにもとづき山口県は施工者にひび割れの調査と記録を義務づけ、平成15年からは工事成績評定に厳格に反映することとなった。

このころから山口県では地域高規格道路事業が本格的に立ち上がり、ボックスカルバートなどのコンクリート構造物が多く作られるようになったが、多くの現場でひび割れが確認され、ひび割れの責任の所在が問題となった。受注者は、設計も材料も決められたとおりに施工しているのだから補修責任はないと考えるし、発注者からすれば、受注者は設計図書を照査したうえで施工しているのだから受注者が補修すべきとなる。結果としては、受注者が納得できないままに補修していたが、受注者、発注者、設計者、生コン業者を巻き込んで後ろ向きの議論に終始していた。このため、関係者全員が「不機嫌」になっており、建設業協会や建設会社の技術担当からも「県としてもなにか対応策がないか」という話がでるようになった。

### 2) 徳山高専・田村教授の取り組み

一方、産官学連携を重視する田村隆弘教授（徳山高専）は、平成14年12月に私的勉強会として、企業関係者や大学等の技術者・研究者が参加する「コンクリートよろず研究会」を立ち上げ、施工方法や材料などに関するさまざまな問題を自由なディスカッション形式で討議していた。そして平成16年10月には、「コンクリートのひび割れ予防対策講習会」を開催するに至っていた。ひび割れ問題に苦慮していた県の技術者もこの講習会が契機となり、研究会に参加するようになった。

### 3) 試験施工の実施

以上のような流れの中で、建設会社などから県に対して、「アル骨対策で導入した高炉Bセメントが悪さをしているのではないか、普通セメントで施工させてほしい」という要望が出たり、一方でセメント業界からは、高炉Bも改良されており普通セメントと比較しても使

い勝手に差はないはず、という意見が出されるなど、ひび割れ問題は全く未解決の状態で推移していた。

橋台のたて壁、胸壁、ボックスカルバートの側壁などで鉛直方向の貫通ひび割れが多く発生しており、温度ひび割れが主たる原因と想定されていたが、供試体試験が中心となる研究室内の実験では再現性に限界があったことや研究室内の実験結果だけでは現場の技術者が納得しない状況であった。このため、山口県はひび割れ問題の複雑性・重要性を考慮して、平成17、18年に実構造物で試験施工（18年度は「試行」）を実施することとなった。



試験施工に使用したボックスカルバート（北山田2号水路函渠）

田村教授の「よろず研究会」は試験施工の開始時点から参画し、いわば知恵袋の役割を果たした。

## 2. 「試験施工」について

### 1) 試験施工の概要

試験施工の現場は、地域高規格道路・山口宇部道路のボックスカルバート（全長約250m）などである。このボックスカルバートは17ブロックで構成されていたので、ブロックごとにひび割れ防止に効果があると思われること（下記参照）がいくつか組み合わせられて施工された。県は高単価の材料の使用にも踏み切っている。

- 普通セメント、低発熱セメント、早強セメント
- 膨張材、高性能AE減水剤
- 補強鉄筋、アラミド繊維、ポリプロ繊維、ガラス繊維による補強
- 誘発目地の設置 など

さらに試験施工に際しては、以下の体制を取った。

- ① 施工レベルがバラバラでは対策工法の効果を比較できないので、施工レベルを統一するようすべてのコンクリート打設に発注者（または委任されたコンサルタント）が立ち会った。
- ② データの収集や入力用データの作成は、委任されたコンサルタントが行った。

- ③ 現場はすべて公開した。工事に関係ない建設会社や生コン会社の技術者も現場を見学できるようにした（このことが結果的に施工の基本事項を再確認することにつながった。）。

## 2) 2年間の試験施工でわかったこと

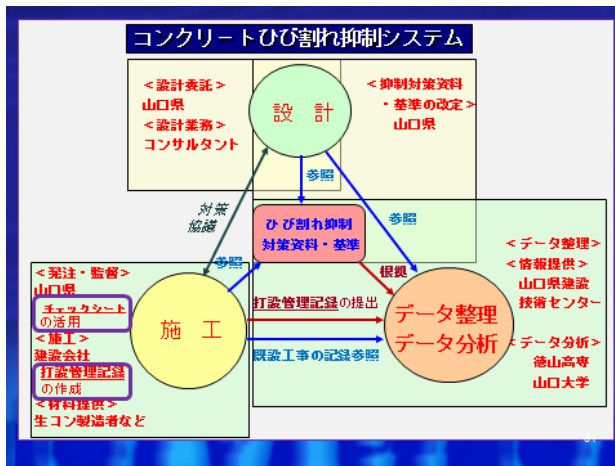
もっとも重要な成果は、標準設計どおりに設計し丁寧に施工しても防ぐことができないひび割れが存在するという事実を関係者全員が納得したことである。そして設計段階でのひび割れ抑制対策の必要性を発注者が認識したことであった。コンクリート標準示方書・施工編の段取りを遵守することの重要性について発注者・施工者の双方が再認識したことも重要な成果であった。

そのほか、以下のような具体的な知見も確認されている。

- ① ひび割れの多くが温度ひび割れであり、水和熱の影響を抑えるため気温の高い時期の施工についてはできるかぎり控えるべき
- ② 養生期間を長くとるほうがひび割れ防止に有効
- ③ 補強鉄筋、ガラス繊維、膨張材、誘発目地はひび割れ防止に有効

## 3. 「コンクリートひび割れ抑制システム」の構築

### 1) データベースの構築と施工状況把握チェックシートの作成



コンクリートひび割れ抑制システム

施工性と経済性に優れた抑制対策を模索するためには、それぞれの対策の効果の程度、費用、施工性などについてより多くのデータを収集・蓄積する必要があったことから、「コンクリートひび割れ抑制システム（平成26年度から、規準書を「コンクリート構造物品質確保ガイド」に移行し、対象をひび割れ抑制から品質確保全般に拡大）を平成19年に構築し運用を開始した。

このシステムの中核がデータベース（使用材料、施工状況、ひび割れ発生状況等）と施工状況把握チェックシートであり、その特徴は以下の通りである。

- ① データベースには、原データとしてリフトごとに以下の4種類を格納する。
  - リフト図（工事名、構造物の寸法、配筋図などの基本情報）
  - コンクリート打ち込み管理表（1）（スランプ、水セメント比、リフト高、温度履歴、養生など）
  - コンクリート打ち込み管理表（2）（温度計測、ただし任意入力データ）
  - ひび割れ調査票

- ② データは施工者が作成し、施工管理資料として発注者に提出し、山口県建設技術センターのデータベースに格納される。
- ③ 入力されるデータの質は施工状況に大きく影響されるので、施工の水準を確保する観点から施工状況把握チェックシートをつくり、すべての現場でこのシートに基づき監督することとした。このチェックシートは、コンクリート標準示方書から施工のポイントを抜粋したもので、打込み作業の状況だけでなく、打込み前の準備（段取り）状況もチェックする内容になっている。
- **準備、運搬、打込み、締固め、養生の5ステップで合計27項目のチェック項目**
- ④ データベースはだれでも閲覧可とする。自前では豊富な施工データを積み上げられない県内企業の共通の技術的資産としてデータベースを位置づけるとともに、産官学共用のプラットフォームとした。

## 2) 「コンクリートひび割れ抑制システム」の成果

山口県はこのシステムの規準書の名称を「マニュアル」とせずに「ガイド」としている。これは建設工事に携わるすべての関係者が、現場を見て最適な設計や施工方法を自分で考え、そのための技術的根拠を与えることを期待してのことである。実際に現場では、「データベースに載っている施工例から判断して、今回の工事では〇〇しよう」、「夏場に打込みせざるを得ないので〇〇に変更しよう」などというやりとりが発注者内、あるいは発注者と受注者の間で活発化している。このやりとりが活性化した点に最大の成果がある。

そして、土木施工管理技士会や建設業協会等の建設関係の団体、県が共催する講習会には毎年500人規模が参加するなど、施工技術の向上に対する意欲をかき立てる結果を生んでいる。

このほかにも重要な成果が出てきている。

施工状況把握チェックシートは、もともとは発注者側の監督員用のものであったが、品質確保について意識の高い監理技術者は、現場作業員も巻き込んで施工の基本的事項を再確認する際のテキストとしても活用している。

また、土木工事標準仕様書でマスコンクリートについて水和熱による温度応力および温度ひび割れの検討を施工者に義務づけているが、数値解析によらずにデータベースを活用することでこの検討が出来るので、施工者の負荷軽減に役立っている。



第8回 技術講習会（H26.6.12開催）状況写真



## 4. 最後に

以上が山口県の取り組みの概要であるが、ひび割れ抑制の取り組みによって表層品質が確保され、コンクリートの長寿命化にも好影響が出ているとの研究成果がでている。また、施工状況把握チェックシートは東北の復興道路の品質確保に活用されているとのことである。このシステムは、全国的に喫緊の課題となっているインフラの長寿命化や建設業界で働く技術者の技術力の向上策に関し貴重な示唆を与えてくれているように思われる。

記事の執筆にあたっては山口県土木建築部の二宮純審議監に取材協力いただいた。二宮審議監によれば「ひび割れ抑制や品質確保は規準書の改良だけでは達成できない。携わる技術者の技術力（スキル）と意欲（マインド）の両方が必要」とのことである。山口県のシステムチックな取り組みとその根底にある個々の技術者の主体性重視の姿勢が広く全国に広がっていくことが期待されている。

（文責 森田 悦三）

## 参考資料

[施工状況把握チェックシート](#)

## 参考文献

- 土木技術 2012・VOL67
- コンクリート工学 2014・VOL52
- やまぐち地域資源活用研究者シーズ集、やまぐち産業振興財団  
<http://www.ymg-ssz.jp/chiikiseeds/mydbusers/view/114/1>

様式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 ( 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		打込み開始時気温		天候		
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							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。							—	
	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 <sup>(※)</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。							—	
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。								
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。								
	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	表面にブ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、穴が残ら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。							—	
	湿潤状態を保つ期間は適切であるか。								
要改善事項等	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